

**FRAKTUREN DER UNTEREN EXTREMITÄT
BEIM SKILAUF**

Inge Eberhardt
—

1974
—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41556029_0058

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. G. Heberer

F R A K T U R E N D E R U N T E R E N E X T R E M I T Ä T
B E I M S K I L A U F

Inaugural-Dissertation

Zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Inge Eberhardt

aus Darmstadt

1974



Referent: Prof. Dr. A. Meyer

Koreferent: Prof. Dr. G. Heberer

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 30. 7. 1974

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München



Meinen Eltern gewidmet

INHALT

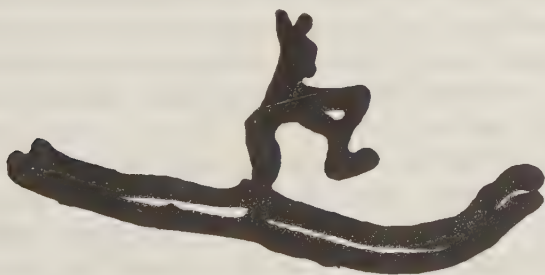
I) EINLEITUNG	Seite
A) Historischer Überblick über die Entwicklung des Skilaufs	1
B) Die Bedeutung der "Skifrakturen"	4
II) Literarischer Teil	
A) Die Gefährlichkeit des Skisports	5
B) Die Unfallursachen	8
C) Das Krankengut bei "Skifrakturen" des Beines	16
D) Der Verletzungsmechanismus bei den typischen Frakturen	23
E) Verletzungsprophylaxe und Sicherheitsbindung	30
F) Die Therapie der "Skifrakturen"	34
1) Allgemeines zur Frakturheilung	34
2) Konservative und operative Behandlung; Komplikationen	36
3) Die Behandlung der Oberschenkel- und Patellafrakturen	46
4) Die Behandlung von Tibiakopffrakturen	52
5) Behandlung und Ergebnisse bei Spiralfrakturen am Unterschenkel	53
6) Behandlung und Ergebnisse der übrigen Unterschenkel-Frakturen	61
7) Behandlung der distalen Unterschenkel- und Tibiafrakturen der Skiläufer	67
8) Die Knöchelbrüche - Einteilung, Behandlung, Ergebnisse	70
9) Die Frakturen am Fuß	85
III) EIGENE UNTERSUCHUNGEN	87
A) Das Krankengut	88
B) Die Therapie der "Skifrakturen"	93
C) Die Behandlungsergebnisse	103
D) Unfallursachen	109
IV) ZUSAMMENFASSUNG	115
V) LITERATURVERZEICHNIS	121

A) HISTORISCHER ÜEBERBLICK ÜBER DIE ENTWICKLUNG DES SKILAUFES

Skiähnliche Geräte wurden vermutlich schon vor 20 000 bis 100 000 Jahren, in der eiszeitlichen Altsteinzeit, zur Fortbewegung, besonders bei der Jagd, benutzt. MEHL teilt die Geschichte des Skilaufs ein in:

- 1) die Urzeit des Skilaufs (2500 v. Chr. bis 800 n.Chr.)
- 2) die altnordische Blütezeit (800 bis 1250 n. Chr.)
- 3) das skigeschichtliche Mittelalter (1250 bis 1865) und
- 4) die skigeschichtliche Neuzeit (1865 bis jetzt, davon ab 1890 alpine Entwicklung).

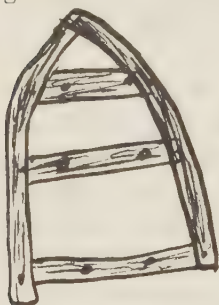
Die ältesten Zeugnisse aus der Urzeit des Skilaufs stellen norwegische und russische Felszeichnungen (ca. 2500 v. Chr.) und Moorfunde alter Skier in Norwegen, Schweden und Finnland (Hoting-Ski aus Südnorwegen, ca. 2500 v.Chr.) dar. Zur Illustration zeigen wir das "Skihaserl" von Rodöy ("Rote Insel" am Polarkreis), eine Felszeichnung, die ca. 2500 v. Chr. entstand und der arktischen, vorgermanischen Kultur Skandinaviens zuzuordnen ist. Die Hasenmaske weist auf die magische Bedeutung der Figur hin: durch Analogie-Zauber soll den Jägern reiche Beute beschert werden. (#bb.1)



Der Ursprungsort des Skis ist das Altai-Gebirge in Zentralasien. Dort haben die finnisch-ugrischen Völker den Schneereif erfunden und auf ihren Wanderungen verbreitet: in nordöstlicher Richtung über die heutige Bering-Straße nach Nordamerika (während der Eiszeit waren Asien und Nordamerika über eine Landbrücke verbunden), in nordwestlicher Richtung nach Nordeuropa, wobei sich der arktische Ski entwickel-

te und in westlicher Richtung nach Mitteleuropa, Island und Kleinasien, wobei der Südski entstand.

An dieser Stelle seien die wichtigsten Vorstufen und Formen des Skis erläutert : Trittlinge sind rundliche Bretter, die mit Schnüren an die Schuhe gebunden werden und vor dem Einsinken im Schnee schützen. Denselben Zweck erfüllen Gebilde mit durchbrochener Trittfläche, wie Schneeleitern und Schneereifen. Trittlinge und Schneereifen sind auf der ganzen nördlichen Halbkugel verbreitet. (Abb. 2 u. 3)



Links: Schneeleiter
aus Niederösterreich
Rechts: Schneereifen-
artiges Rutengeflecht
aus der Tschechoslowa-
kei (Abb. 2 u. 3)

Die Trittlinge aus vollem Holz wurden mit der Zeit immer länger und schmaler; der so entstandene lanzettförmige Trittling stellt die Vorstufe des Skis dar. Ein zweiter Weg führte von den Trittlingen über die Weidenplatten und Schneereifen durch einen ähnlichen Formwandel schließlich zum indianischen (kanadischen) Schneereifen, der jedoch nur zum Gehen und Laufen, nicht zum Gleiten geeignet ist.

Im nördlichen Europa und Asien wurde der Schritt vom Stapfgerät (Schneereif) zum Gleitgerät (Ski) vollzogen. Die Hauptarten des Skis sind: der asiatische Geher = sibirischer Ski = arktischer Ski, welcher auf der Unterseite mit Fell überzogen ist und eine backenlose Riemenbindung (Vierlöcherbindung) hat, und der europäische Gleiter, ohne Fell, in der Form länger und schmaler, mit Backenbindung. Skier mit Backenbindung werden auch Süds skier genannt. Eine Zwischenform stellt der Onder, der schwere europäische Fellski, dar. Der europäische Gleiter wurde im germanischen Skandinavien laufend verbessert und unter dem Einfluß des arktischen Skis während der Bronzezeit zum skandinavischen Ski umgeformt. Moorfunde von 1500 v.Chr. weisen schon die 5 wesentlichen Merkmale des alpinen Skis auf: Backen, Stemmloch, Laufrinne

Harscheisen und Kantenschutz. Die Backenbindung ermöglicht auch steilere Abfahrten; sie wird bis in die fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts beibehalten.

In der altnordischen Blütezeit wird der Skilauf von Lappen und Finnen betrieben. Darauf weisen Darstellungen Uells, des germanischen Skigotts, auf lappischen Zaubertrommeln hin, sowie der Bericht des finnischen Nationalepos Kalewala (ca. 1200) von der Jagd des Helden Läminkäinen auf zwei ungleich langen Skiern unter Benutzung eines Tellerstocks. In Norwegen und Schweden nimmt der Skilauf zu dieser Zeit einen großen Aufschwung; er wird vorwiegend als Sportlauf geübt. In der Literatur berichten die Island-sagen und die norwegischen Königsgeschichten über skifahrende Könige, Abfahrtskünstler und skifahrende Helden. Als Beispiel sei die Rettung des norwegischen Königskindes Haakon Haakonson während des Bürgerkrieges, im Jahre 1205, durch zwei Skiläufer genannt.

Das Skimittelalter ist gekennzeichnet durch einen Rückgang des Skilaufs. Als Sport tritt er völlig in den Hintergrund; als Brauchkunst bleibt er bei Jägern, Bauern und Soldaten erhalten. Skifahrer machten Geschichte bei der Flucht des schwedischen Reichsverwesers Gustav Wasa (1520), indem sie den mit Schneereifen Fliehenden einholten und zur Rückkehr bewegten. Er wurde König von Schweden und benutzte im Kriege gegen die Russen 1555 finnische Skiabteilungen im Heer. Bemerkenswert ist der Bericht Valvasors (1689) über den Krainer Skilauf mit kurzen, breiten Skiern. Die Herstellung der Skier und die Fahrweise der Krainer Bauern werden genau beschrieben. Der schwedische Bischof Olaus Magnus berichtet als erster über Skiwettkämpfe (1555); Johannes Schäffer beschreibt skifahrende Lappen (1673). Bereits 1804 versuchte Gutschmuths, den Skilauf in Mitteleuropa einzuführen, fand jedoch keine Resonanz.

Die Skineuzeit: 1865 erschien in Kristiania (heute Oslo) ein Buch O. Wergelands über den Skilauf, das eine große

Skibewegung in Norwegen auslöste; der Skilauf wurde zu einem städtischen Sport. 1891 beginnt mit dem Erscheinen von Nansens Buch "Auf Schneeschuhen durch Grönland" die alpine Entwicklung, die durch den Skilauf im Mittel- und Hochgebirge zu einer zweiten Erschließung der Berge führte. Die Telemark-Technik wurde den alpinen Bedingungen angepaßt durch Zdarski (Vorlage) und Bilgeri (Stemmbogentechnik; Doppelstock). 1933 entwickelte Hoser die Parallelschwung. 1935 wurde von Reussner die erste Auslösebindung auf Drehbelastung angegeben. 1934/35 wurde in Davos der erste Skilift gebaut.

B) DIE BEDEUTUNG DER SKIFRAKTUREN

Heute gewinnt der Skilauf bei uns immer mehr an Popularität. Man schätzt, dass es 1950 2,5 Millionen Skiläufer in der BRD gab, 1966 waren es schon zwischen 6 und 8 Millionen, was vermutlich auch mit dem wirtschaftlichen Wohlstand zusammenhängt. In den durch Lifte für den Fremdenverkehr erschlossenen Skigebieten absolvieren die heutigen Skiläufer viel mehr Abfahrten pro Tag, als dies bei dem Aufstieg zu Fuß überhaupt möglich wäre. Die Kehrseite dieser Entwicklung zeigt sich in einer absoluten Zunahme der Skisportverletzungen. Als ungefähres Maß für die Anzahl der Skiunfälle in Bayern kann die Abtransportrate der Bayerischen Bergwacht gelten. Diese stieg von 3179 im Jahre 1951 auf fast 15 000 im Jahre 1968. Ebenfalls 15 000 Skiunfälle pro Jahr registriert die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt. Jeder 30. Unfall ist in den Alpenländern ein Skisportunfall. So haben die Skisportverletzungen nicht nur individuelle Bedeutung für den betroffenen Skiläufer, sondern auch eine volkswirtschaftliche durch den entstehenden Arbeitsausfall. Der Österreichische Versicherungsverband z.B. errechnete für sein Land einen volkswirtschaftlichen Schaden von jährlich 100 Millionen DM durch Skiunfälle. Aus den Skisportverletzungen sollen in dieser Arbeit die Frakturen der unteren Extremität herausgegriffen und anhand der Angaben in der Weltliteratur sowie anhand des Krankengutes von 278 stationär behandelten Patienten der Chirurgischen Univer-

sitätsklinik München aus den Jahren 1958 bis 1969 besprochen werden. Die meisten dieser Frakturen entstehen durch einen typischen Verletzungsmechanismus, d.h. es besteht ein Kausalzusammenhang zwischen Sportgerät und Technik des Skilaufens mit der Art der Verletzung. Die Unfallursachen und Verletzungsmechanismen sollen mit ihren Folgen für eine wirksame Prophylaxe besprochen werden. Der zweite Themenkreis umfaßt die Behandlung der Frakturen und die Behandlungsergebnisse.

A) DIE GEFÄHRLICHKEIT DES SKISPORTS

Das Unfallrisiko beim Skilauf ist schwer zu bestimmen, da sich die Zahl der Skiläufer schlecht schätzen läßt. Es hängt ab vom Gelände, der Schneebeschaffenheit, der Qualität und Quantität der Skiläufer, der Ausrüstung und der Lauftechnik, sodass die angegebenen Zahlen Mittelwerte darstellen. Das Unfallrisiko wird meist angegeben als Zahl der Unfälle (Skitage x Zahl der Skiläufer), wobei für die Zahl der Unfälle die Zahl der Abtransporte oder der ärztliche Hilfe in Anspruch nehmenden Verletzten eingesetzt wird. (Wer ohne Bergwacht ins Tal kommt, bzw. keinen Arzt aufsucht, entgeht der Statistik.) Für den Vergleich des Unfallrisikos in verschiedenen Jahren ist es günstiger, die skiläuferische Leistung zu berücksichtigen. Das Unfallrisiko ist dann: $\text{Zahl der Skiunfälle} / (\text{Meter des zurückgelegten Höhenunterschieds} \times \text{Zahl der Skiläufer})$. Die zurückgelegten Meter Höhenunterschied aller Skiläufer eines Gebietes ergeben sich aus der Summe der Höhenunterschiede der einzelnen Lifte, jeweils multipliziert mit der Zahl der Liftfahrten in dem betrachteten Zeitraum.

Nach MOCK (1936) beträgt die Gefahr einer Knochenverletzung beim Skilauf 0,1% und die Gefahr einer sonstigen Verletzung 0,5% pro Tag. TRUCHET findet für den Winter 1938/39 in Megève, dass auf 1000 Skiläufer, die eine Abfahrt von 1000 m Höhenunterschied machen, 3 mal der Erste-Hilfe-Dienst benötigt wird. Unter der Annahme, 600 m Höhenunterschied entsprechen einem Skitag, ergibt sich ein Ver-

letzungsrisiko von 0,3% pro Skitag und Läufer. Der mittlere Läufer machte damals ungefähr 33 solcher Abfahrten im Jahr, also hatte er in 10 Jahren einmal damit zu rechnen, dass er abtransportiert würde. TUSIEWICZ schätzt das Verletzungsrisiko für die Skiläufer Polens von 1944/45 bis 1956/57 auf 0,17% pro Skitag und Läufer. BREITNER kommt auf 0,15% für die Parsenn (Davos 1948/49) und auf 0,1% für die Galzigabfahrt (St. Anton, 1948/49), jeweils bezogen auf eine Abfahrt. MARBERGER (Innsbruck) berichtet über 0,3 bis 0,5% Verletzungsrisiko 1930 und 0,1% 1949/50. Er führt das absolute Ansteigen der Skiverletzungen auf die Zunahme des Wintersports, der Läuferzahl und Leistung zurück. Die relative Unfallhäufigkeit sei wesentlich zurückgegangen. Bei sachgemäßer Anleitung sinke die Unfallgefahr: 0,1% Unfälle bei Einzelfahrern in St. Anton stehen 0,07% Unfällen bei Skischulabfahrten in St. Anton gegenüber.

Für den Zeitraum 1952 bis 1956 findet TRUCHET ein mittleres Unfallrisiko (Sammelstatistik aus einigen Skigebieten) von 0,093% (Abtransporte auf 1000 Skiläufer, die einen Höhenunterschied von 1000 m bewältigten). Er schätzt den jährlichen Anstieg der Läuferzahl in den großen Wintersportgebieten der Alpen auf 20%; bei der gleichbleibenden Zahl von Abtransporten von 1955 bis 1961 ergibt sich hieraus eine Abnahme der relativen Unfallhäufigkeit um mehr als die Hälfte. Die National Ski Patrol in den USA ermittelte 0,5% Verletzte pro Skitag, mit einer Variationsbreite von 0,22 bis 1,3% (RIGOS and GROSS, 1957). Unter der Annahme, dass die Unfallrate wesentlich höher liege als die Rate der Abtransporte, schätzen EARLE et al. 1962 die Unfallrate auf 1% pro Tag. BAUMGARTNER kommt auf Zahlen von 0,15 bis 0,2% für 1959 und 0,1% für 1960.

ASANG stellt im Krankenhaus Rechts der Isar in München von 1950/51 bis 1960/61 ein Anwachsen der Skiverletzungen auf das 8fache fest, dem unter Berücksichtigung der gestiegenen Kapazität der Klinik ein echter Anstieg auf das Dreifache entsprechen dürfte. NEUREUTHER glaubt, anhand der Zahlen der Abtransporte durch die Bayerische Bergwacht

von 1960 bis 1962 auf ein steigendes Unfallrisiko schließen zu können; es wird mit einem Abtransport auf 1000 Skiläufer gerechnet. Demgegenüber stellen GRÜNNAGEL und ADLOFF fest, daß die Zahl der in der Chirurgischen Universitätsklinik Freiburg behandelten Skiunfälle nicht parallel zu der Zunahme der Skiläufer angestiegen, sondern wesentlich niedriger geblieben sei (1963). 1967 schreibt ASANG: "Die Kurve der Zulassungsgenehmigungen für Transportmittel am Berg und ebenso die Kurve der Verletzten steigt immer steiler an". Er schätzt die Unfallhäufigkeit auf 0,1% und stellt noch keine in Zahlen faßbare Verminderung der Verletzungsgefahr beim Skilauf fest.

Zusammenfassend kann also gesagt werden: in den meisten neueren Veröffentlichungen wird das Unfallrisiko auf 0,1% pro Tag geschätzt. Nur die amerikanischen Autoren schätzen das Risiko größer ein. Die Mehrzahl der Autoren schließt aus ihren Statistiken auf eine sinkende relative Unfallhäufigkeit; ASANG und NEUREUTHER dagegen finden gleichbleibende bzw. steigende Werte.

Im Vergleich zu anderen Sportarten ist beim Skilauf das Unfallrisiko gering. Es beträgt nach HEISS:

beim Skilauf	0,1%	beim Boxen	2%
beim Turnen	0,5%	beim Handball	2,8%
bei Leichtathletik	0,5%	beim Fußball	3,2%
beim Radsport	0,7%		

MOCK vergleicht den Skisport mit anderen Einzelsportarten mit Gerät und mit dem Gefahrenmoment des Elements. Es ergibt sich folgende Skala der Gefährlichkeit (in abnehmender Reihenfolge): Hochtouristik, Segelflug, Klettern, Reiten, Rodeln, Skilauf, Eislauf.

Nach PETITPIERRE hängt die Gefährlichkeit des Skilaufs nicht von der Zahl der Verletzungen, sondern von ihrer Schwere ab. Es kommen 5 bis 10% schwere, 20 bis 25% mittelschwere und 65 bis 75% leichte Verletzungen vor. Unter schweren Verletzungen versteht er dabei: innere Verletzungen, Commotio und Contusio Cerebri, Erfrierungen und schwere Frakturen (vorwiegend Unterschenkelbrüche); unter mittel-

schweren Verletzungen versteht er: Malleolarfrakturen, Luxationen, schwere Distorsionen, Meniskusverletzungen und große Wunden; unter leichten Verletzungen versteht er: leichte Frakturen, Distorsionen und oberflächliche Wunden.

Nach HEISS sind die Hälfte bis zwei Drittel aller Verletzungen beim Skilauf leicht und heilen vollkommen aus. Schwere Verletzungen kommen bei ihm in 3 bis 16% vor. BERNBECK stellt eine prozentuale Zunahme der schweren Verletzungen fest; die Ursache hierfür sieht er in der Zunahme des Pistenskilafs und den hohen Geschwindigkeiten.

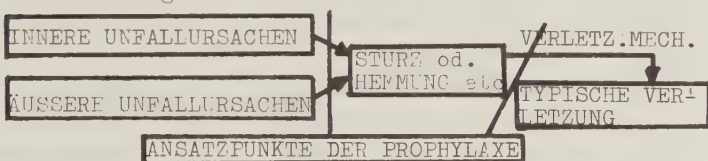
BIENER gibt an, die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit nach einem Sportunfall betrage drei Wochen; für Skisportverletzungen ergeben sich 200 Arbeitsstunden. Nur ein Drittel der Skiunfälle sind nach der Definition der SUVA (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt), nach der ein Bagatellunfall vorliegt, wenn der Patient 0 bis 3 Tage arbeitsunfähig ist und dabei beliebig oft den Arzt konsultiert, tatsächlich Bagatellunfälle. In den anderen Sportarten machen diese zwei Drittel aller Fälle aus. Wenn man also außer dem Verletzungsrisiko auch die Schwere der vorkommenden Verletzungen berücksichtigt, schneidet der Skisport hinsichtlich der Gefährlichkeit im Vergleich zu anderen Sportarten nicht mehr so günstig ab.

B) DIE UNFALLURSACHEN

Als Verletzungsursachen kommen nach KNOFLACH in Frage: der Sturz, eine unbeabsichtigte Hemmung eines oder beider Skier ohne Sturz, der Zusammenstoß mit einem anderen Läufer bzw. der Aufprall auf ein Hindernis und das Streifen an festen Gegenständen. Bei den Verletzungsursachen ohne primären Sturz stürzt der Läufer oft sekundär.

Unter Unfallursachen verstehen wir eine Reihe von inneren und äußeren Faktoren, die zusammenwirken beim Zustandekommen eines Sturzes oder Zusammenstoßes etc.. Unter Verletzungsmechanismus bei typischen Skiverletzungen verstehen wir einen experimentell reproduzierbaren

Vorgang, der in gesetzmäßiger Abhängigkeit von der angewandten Kraft zu bestimmten Verletzungsformen (Bruchform und Lokalisation) führt. Der Zusammenhang zwischen Unfall und Verletzung ist auch bei schweren Stürzen fakultativ, d.h. durch richtiges Fallen und eine funktionierende Sicherheitsbindung kann die Verletzung vermieden werden. Nach MAURER ist die eigentliche Verletzungsursache das Fixiertbleiben des Beines beim Sturz. Abb. 4 zeigt diese Zusammenhänge schematisch:



Die Unfallursachen gliedern sich auf in innere, in der Person des Skifahrers selbst begründete, psychische und physische Faktoren und in die äußeren, wie Gelände, Schneeverhältnisse etc.

Zu den inneren Unfallursachen: BREITNER gebraucht den Begriff der Unfallbereitschaft im Sport, die zur Leistungsbereitschaft in einem umgekehrten Verhältnis steht. Bei ängstlichen und ungeübten Fahrern sei der Verlust des Selbstvertrauens, die Furcht vor dem Sturz, häufig die Verletzungsursache. KÖNIG betont, daß durch psychische Unausgeglichenheit die Konzentrationsfähigkeit erheblich herabgesetzt und die Unfallbereitschaft dadurch erhöht wird. Er nimmt an, daß die "Kombination psychische Unausgeglichenheit und körperliche Schwäche aus Mangel an Training" beim größten Teil der Skiunfälle eine unmittelbare Rolle spielt. KÖNIG: "Daneben gibt es die tiefere psychosomatische Beziehung zwischen Unfall und Neurose... Ein Beispiel hierfür ist der unbewußte, übersteigerte Ehrgeiz, der zur Überforderung und daraus resultierend zur Angst führt; oder der Widerstreit zwischen Schuldgefühl und Selbstbestrafungstendenz" beim aggressionsgehemmten Individuum. Gegenüber diesen psychischen Faktoren ist die erhöhte Entstehungsbereitschaft für Skisportverletzungen durch innere Krankheiten mit Bewußtseinsstö-

rungen oder plötzlicher körperlicher Schwäche von untergeordneter Bedeutung.

Durch schlechte physische Kondition nach anstrengender Anreise und bei noch fehlender Akklimatisation sind vor allem Urlauber am ersten Urlaubstag und Wochendskifahrer gefährdet. Unter TSCHERNES Verletzten befanden sich beispielsweise 94% Wochenendskifahrer. Man vermeidet die Gefahr, wenn man sich nicht sofort ins Abfahrtsvergnügen stürzt, sondern am ersten Tag z.B. einen Langlauf macht. Konditionstraining und Skigymnastik erhöhen die Standsicherheit und verhindern rasche Ermüdung. Die Bedeutung des vorbereitenden Trainings belegt die fünffache Unfallhäufigkeit in den ersten Weihnachtsfeiertagen, verglichen mit den folgenden Tagen (BREITNER). 75% von SALOMONS Patienten waren untrainiert. KRAUS fand bei 5000 Skistunden ohne Vorbereitung 7 Frakturen und 5 Distorsionen; nach Vorbereitung passierte in 5000 Skistunden kein Unfall.

Durch Anstehen am Lift und durch die Liftfahrt kühlt der Skiläufer aus; die kalten Muskeln und Gelenke führen zu einer Verkrampfung. So kommt es, daß viele Autoren eine Häufung von Unfällen im oberen Teil der Piste und bei der ersten Abfahrt am Tag beschreiben. ILIESCU konnte nachweisen, daß Skiläufer, die sich vor der Abfahrt nicht aufgewärmt hatten, besonders häufig verunglückten. Am besten steigt man wenigstens einmal zu Fuß auf, statt den Lift zu benutzen.

Viele Autoren stellen eine Häufung der Skiunfälle am späten Nachmittag fest: bei TSCHERNE ereigneten sich 48% der Unfälle nach 16 Uhr; BÄTZNER fand besonders eine Häufung von Unterschenkelfrakturen gegen Abend. MORITZ findet einen Häufigkeitsgipfel mittags und einen um 16 Uhr; die meisten Leute waren vor dem Unfall drei Stunden skigelaufen. Bei diesen Fällen spielte sicher die Ermüdung eine Rolle als Unfallursache: durch die Müdigkeit fällt die Verspannung des Skeletts durch die Muskulatur und die schnelle Reaktionsfähigkeit weg.

Außer der allgemeinen Ermüdung des Organismus kann eine lokale Ermüdung (Materialermüdung) zur Unfallursache werden. Bei Torsionsbelastung anorganischen Materials entstehen nach KNOLL zunächst an der Stelle der größten

Gewelteinwirkung, der Peripherie, kleine Einrisse. Diese vermindern die Schwingungsfestigkeit, sodass zu einem späteren Zeitpunkt schon geringe Belastungen genügen, um den vollständigen Bruch (Restbruch) herbeizuführen. Nach diesem Modell entstehen viele Unterschenkeltorsionsbrüche: nach wiederholten Schwüngen, häufig am Ende der Abfahrt, kommt es zur Fraktur als Folge einer Überdrehung des Knochens durch den Körperschwung, der sich in anderer Richtung vollzieht als die am Bein wirksame Schwerkraft. Hier ist also der Sturz die Folge, nicht die Ursache der Fraktur. Im allgemeinen treten Unfälle gehäuft bei Anfängern und schlechten Fahrern auf: GELEHRTER fand 75% der Unfälle bei Anfängern, ILIESCU 65% der Unfälle bei Anfängern und mäßigen Sportlern; 71% der Verunglückten hatten unzureichende oder gar keine Skikurse hinter sich. Nach HADDON beträgt das Verletzungsrisiko bei Beherrschung des Schneepfluges 1,58% pro Skitag, bei Beherrschung des Stemmschwungs 0,4% und bei Beherrschung des Parallel- und Kurzschwungs 0,29%. Während die schlechten Fahrer hauptsächlich mit technischen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, sind die guten Fahrer durch die hohen Geschwindigkeiten besonders gefährdet (PEYTRIGNET).

Es erhebt sich die Frage, ob die Art der Skitechnik als Unfallursache in Betracht kommt. KNOFLACH meint, die Technik als solche habe, sofern sie beherrscht werde, keinen großen Einfluß auf vorkommende Verletzungen. PETITPIERRE hält die Schweizer Technik mit ihrer aufrechten, lockeren Haltung und den Bögen durch Gewichtsverteilung für relativ ungefährlich. Die Arlbergtechnik (Schneepflug, Stemmbogen) disponiert nach MOCK zum "Skipunkt" und zur Außenknöchelfraktur. Insgesamt ist die Haltung ziemlich verkrampt. Ein Verdienst der Arlbergsschule ist die richtige Stockhaltung zur Vermeidung von Verletzungen durch den Skistock. Beim Parallelschwung ist nach MOCK die Verletzungsgefahr durch die Methode selbst gering, da die Fahrweise harmonisch und flüssig ist; die Gefahr liegt hier in der hohen Geschwindigkeit und in der festfixierenden Bindung, die beim Schwingen die Drehbewegungen des Körpers den Skiern mitteilt und durch die beim Sturz umgekehrt Hemmungsmomente vom Ski auf den Körper übertragen werden, welche zur Fraktur führen.

Zur Skitechnik gehört auch die Technik des Fallens.

KNOFLACH schreibt, der erfahrene Skiläufer stürze bewußt, d.h. so wie es für ihn am günstigsten ist, während der Anfänger durch Abwehrbewegungen den Sturz aufzuhalten suche und in erzwungenen Stellungen zu Fall komme. Die vollkommene Erschlaffung von Muskeln und Gelenken mildere die Verletzungen. Demgegenüber spricht TRUCHET vom kontrollierten Sturz: durch Muskelkontraktionen wird versucht, die Skier auch im Sturz parallel zu halten, um Drehmomente auszuschalten. Die Muskelkontraktionen verstärken und schützen das Skelett. Diese zweite Variante scheint uns persönlich einleuchtender.

Zur sicheren Beherrschung der Technik ist systematische Schulung, am besten in der Skischule, dringend zu empfehlen. Durch Vermeidung der Überforderung ist die Verletzungshäufigkeit in Skischulen nur halb so hoch wie bei freien Fahrern (MORITZ). Bei Befragung geben die meisten Verletzten an, weniger als ein Jahr Skipraxis zu haben (MC INTYRE, MORITZ). bzw. 1 bis 5 Jahre Skipraxis zu haben (bei BODER hatten rund 20% der Patienten weniger als 1 Jahr, rund 30% der Patienten zwischen 1 und 5 Jahre Skipraxis). Von der Länge der Skipraxis hängt die Erfahrung ab; bei Skipraxis unter einem Jahr kommt mangelnde Erfahrung als Unfallursache in Betracht.

Bei der Altersverteilung von Skiunfallpatienten liegt der Häufigkeitsgipfel seit neuestem in der 2. Dekade: BODER fand 45,3% der Frakturen der unteren Extremität in der 2. Dekade; MC INTYREs Patienten waren zu 60% jünger als 20 Jahre. Diese Häufung kommt dadurch zustande, dass in diesem Alter sehr viel und sehr unbekümmert Sport getrieben wird: Fahren über das eigene Können kommt häufig vor, Rücksichtnahme und Verantwortungsbewußtsein, durch die sich manche schwere Kollision vermeiden ließe, sind oft noch nicht genügend ausgebildet. BODER hält mangelnde Vorsicht bei den jungen Läufern für ein größeres Gefahrenmoment als fehlende Praxis.

Schließlich kann noch das Sportgerät zur Unfall- und Verletzungsursache werden (Gerätegefahr). Deshalb hier einige Worte zur Ausrüstung: Der Skiläufer wird gefährdet durch herumwirbelnde und zersplitternde Skier sowie durch

zerbrochene oder lose Stahlkanten. Eine ausreichende Scheufelbiegung verhindert schwere Frontalstürze. Der Gebrauch einer Sicherheitsbindung und der Gebrauch von Fangriemen ist dringend zu empfehlen. Die heute üblichen Kunststoff- und Metallschier sind weitgehend unzerbrechlich.

Die Skistöcke können schwere Pfählungsverletzungen hervorrufen. Sie sollen unzerbrechlich und mit dicken gepolsterten Handgriffen versehen sein.

Die Skistiefel sollen einen hohen Schaft haben, um das Sprunggelenk zu schützen. Sie müssen die Zehenfreiheit garantieren und in der Ristregion dehnbar sein, da sich das Os Naviculare bis 1 cm verschiebt. Die Sohle muß fest sein und darf sich bei Feuchtigkeit nicht verziehen, weil sonst die Sicherheitsbindung nicht auslöst. Das obere und untere Sprunggelenk darf durch den Schuh nicht völlig versteift werden. Plastikstiefel werden ihrer größeren Formbeständigkeit wegen heute bevorzugt, ebenso werden Schnallentiefel den Schnürstiefeln vorgezogen, weil bei ihnen die Führung beim Schwingen besser ist.

Die Kleidung soll vor Kälte schützen und luftdurchlässig sein. Wichtig ist, daß sie aus rutschfestem Material ("antigliss") besteht: so läßt sich vermeiden, daß man nach einem Sturz am Steilhang den ganzen H ang hinunterrutscht und sich dabei evtl. schwere Verletzungen zuzieht. Lederhandschuhe mit Knöchelschutz, Mütze und Sonnenschutz für die Augen vervollständigen die zweckmäßige Ausrüstung. Skiläufer, die schon eine Knie- oder Sprunggelenksverletzung hinter sich haben, sollten ihre Gelenke durch Bandagen schützen: MORITZ empfiehlt den "Duke Simpson adhaesive support" für das Kniegelenk, der bei starker Belastung statt des Innenbandes einreißt, und den "Gibney type support" für das Sprunggelenk. Dieser in Achtertouren gelegte Verband verteilt die Torsionskräfte auf eine größere Fläche und verhindert so manche Verletzung.

Die äußeren Unfallursachen: Die meisten Skiunfälle ereignen sich nach PETITPIERRE bei Pulverschnee, d.h. idealen Schneebedingungen, da bei Pulverschnee am meisten Leute auf der Piste sind und die Vorsicht nachläßt. Ge-

gefährlich ist die ungenügende Schneelage, was durch eine Häufung schwerer Unfälle in schneearmen Wintern sowie am Beginn und Ende jeder Saison dokumentiert wird. Bei schlechtem Oberflächenschnee, wie vereistem Schnee, Windwellen, Gangeln, Treibschnee, entstehen viele Knöchelverletzungen durch die harten, kurzdauernden Widerstände der vereisten Spuren etc. Dagegen gräbt sich bei schlechtem Tiefschnee, wie schwerem Pappschnee, Schneematsch, krankem Föhnschnee oder Eruchharsch der Ski ein und bleibt stecken. Nach MOCK entstehen so hauptsächlich Unterschenkel- und Oberschenkelbrüche. Wechselschnee (Wechsel von pulver- und Pappschnee beim Wechsel von Sonne und Schatten) führt oft zu plötzlichen Hemmungen der Skier mit Frontalstürzen als Folge. Über 40% von BODERs Patienten waren im tiefen Schnee verunglückt. Es handelte sich bestimmt nicht immer um schlechten Tiefschnee, sondern der Tiefschnee ist gefährlich, weil die Technik des Tiefschneefahrens von vielen Läufern nicht beherrscht wird, und weil sich im Tiefschnee Hindernisse verbergen können, die an der Bindung wirksam werden. Tabelle 1 zeigt die häufigsten Schneearten bei Skiunfällen:

BAUMGARTNER 1960	BODER 1957	ILIESCU 1951/53	TSCHERNE 1963/65	SCHNEEART
29%	30%	23%	36,2%	glatte, feste Piste
36%	42%	20%	15,5%	Tiefschnee
13%	20%	28%	15,5%	eisige Piste
20%	/	21%	14%	nasser, schwerer Schnee u. Wechsel-schnee

Mangelnde Pflege der Skipisten kann Unfälle verursachen; besonders hart ausgefahrene und sehr schnelle Pisten sind gefährlich. Durch die schwungbetonte Fahrweise verwandeln sich die Abfahrtsstrecken mit der Zeit in sogenannte Steppdecken oder Waschbretter; wenn man in einem der Buckel mit den Skispitzen hängenbleibt, kann man schwer stürzen. Außerdem stellen Baumstümpfe, Wurzeln, Steine, AEisplatten und apere Stellen Gefahren dar, die, soweit sie nicht durch

Pistenpräparation und -Pflege zu entfernen sind, gekennzeichnet werden sollten. Auf überfüllten Pisten und bei fehlender Kontrolle ist auch die Gefährdung durch andere Skiläufer recht groß: Kollisionen machen zur Zeit ca. 5-7% der Skiunfälle aus; zählt man den Angststurz bei drohender Kollision hinzu, so kommt man auf 15%.

Bei Touren im Hochgebirge sind Geländegefahren wie Gletscherspalten, Felsvorsprünge, Schnee bretter (das sind örtlich begrenzte, nur an den Rändern mit der Unterlage festverankerte Preßschneemengen, die beim Betreten leicht abreißen können), Schneewächten (das sind Überdachungen der Steilhänge mit überhängenden Schneemassen) und Schneeschilde (im Windschatten des Berges) besonders zu beachten. Die genannten Schneegebilde können an Hängen mit einer Neigung über 22 Grad Lawinen auslösen. Im Mittelgebirge kommen Schnee bretter und Wächten ebenfalls vor; ferner stellen hier Bäume, Pfosten und Zäune Gefahrenquellen dar.

Schließlich können Klima und Wetter durch Unterkühlung und schlechte Sicht (durch Blendung, Nebel, Schneesturm, Dämmerung) einen Unfall mitbedingen.

Tabelle 2 zeigt die wichtigsten Unfallursachen aus der Sicht des Patienten. Sie soll jedoch mit Vorsicht betrachtet werden, da 60% von EARLES Patienten die Unfallursache nicht nennen konnten!

UNFALLURSACHE	MORITZ '1959	EARLE 1962	TUSIEWICZ 1945-57	TSCHERNE 1963-65
TECHN. UNGENÜGEN	52%	6,2%	34%	30%
PISTENVERHÄLTN.	23%	11,1%	11,3%	20,4%
HINDERNISSE	8%	/	5 %	9,9%
SCHNEEVERHÄLTN.	/	11%	27,7%	/
SCHLECHTE SICHT	16%	0,7%	5%	/
KOLLISION	7%	6,9%	/	/
GERÄT	5%	3,7%	4,7%	2,5%
NICHT ERUIERBAR		60%		

C) DAS KRANKENGUT BEI "SKIFRAKTUREN" DES BEINES

Der Anteil der Frakturen an den beim Skilauf erworbenen Verletzungen betrug in den zwanziger und dreißiger Jahren ca. 35% (MOCK, KNOFLACH, PETITPIERRE). Er stieg dann auf über 50% an (TUSIEWICZ), um nach 1956 wieder abzufallen auf Werte zwischen 20 und 35% (TERBIZIAN, RIGOS und GROSS, MC INTYRE, SUCKERT, EARLE, ASANG). ASANG verfolgt die relative Häufigkeit typischer Frakturen und typischer Distorsionen im Krankenhaus Rechts der Isar über die Jahre. 1950/51 waren über 80% der behandelten Skiunfälle typische Frakturen und ca. 10% typische Distorsionen. Die relative Frakturhäufigkeit nahm ab auf 21% im Jahre 1968/69, die relative Distorsionshäufigkeit stieg auf 40%. Es fällt auf, dass die größte Frakturhäufigkeit zeitlich zusammenfällt mit dem Wandel der Abfahrtstechnik vom Arlbergstil zum Temposchwung und der damit in Zusammenhang stehenden großen Beliebtheit des Tiefzughakens (1944-56). Der Rückgang der Knochenbrüche ab 1950 dürfte auf den Gebrauch von Sicherheitsbindungen zurückzuführen sein.

Rund 80% der Skifrakturen betreffen die untere Extremität (ILIESCU: 78%, SCHÖNBAUER: 80%, SALOMON: 85%). Am Bein wiederum überwiegen die Frakturen am Unterschenkel und in der Sprunggelenksgegend, wobei die ersteren auf Kosten der letzteren im Zunehmen begriffen sind. In den Jahren 1926/27 bis 1935/36 betrugen die Unterschenkelfrakturen nach MOCK 22% der Anzahl der Knöchelfrakturen. TRUCHET stellte eine Tabelle aus dem Krankengut der französischen Skigebiete auf, wonach 1939 die Zahl der Unterschenkelbrüche 51% der Zahl der Knöchelbrüche ausmachte; 1954 waren es bereits 95% und 1959/60 hatten die Unterschenkelbrüche mit 200% die Knöchelbrüche überflügelt. ASANG fand in seinem Krankengut eine Abnahme sowohl der typischen Unterschenkelfrakturen als auch der typischen Malleolarfrakturen. Da letztere stärker abnahmen, kommen seit 1953 Unterschenkelfrakturen häufiger vor als Knöchelfrakturen. Die Ursache für diese Verschiebung liegt in dem zunehmenden Gebrauch von Hochschaftstiefeln, die die Knöchelgegend schützen, den Unterschenkel je-

doch nicht. Abb. 5 illustriert die Verhältnisse bei ASANGs Krankengut.

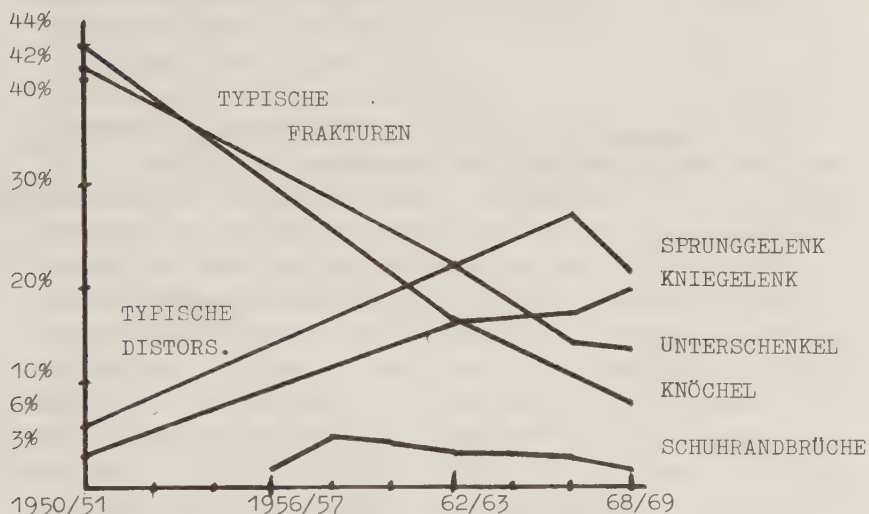


Abb. 5: Relative Häufigkeit typischer Skiverletzungen bei ASANG

Es folgt nun eine kurze Besprechung der Frakturlokalisationen und -Formen. Oberschenkelfrakturen kommen selten vor (ca. 3% der Frakturen am Bein: BODER, HOELZMANN) wegen der großen Belastungsfähigkeit des Oberschenkel- und Hüftbereichs und wegen der großen Beweglichkeit im Hüftgelenk. Hinzu kommt, dass die schädigende Kraft durch die distaleren Teile der Extremität abgebremst wird. BODER fand Oberschenkelfrakturen nur bei über 60 Jährigen und führte sie auf eine vermehrte Knochenbrüchigkeit zurück. Die häufigsten Formen sind Torsionsfrakturen im Trochantergebiet (meist Außenrotationsfrakturen), Quer- und Biegungsfrakturen des Schaftes, welche beim Aufprall auf ein Hindernis oder beim Zusammenstoß zweier Läufer entstehen, supracondyläre Biegungs- oder Torsionsfrakturen und der Abriß des Condylus medialis femoris. Schenkelhalsfrakturen sind selten (MARBERGER, BREITNER).

Kniegelenksfrakturen: Wegen der gewaltigen Überlegenheit der knöchernen Gelenksteile sind Knochenverletzungen fast aus-

schließlich auf Abrisse und Absprengungen beschränkt" (MARBERGER), welche im Gebiet der Kollateral- und Kreuzbänder vorkommen. An der äußeren Tibiakante werden kleine Randbrüche beschrieben. Patellafrakturen sind selten und entstehen hauptsächlich durch direkte Gewalteinwirkung beim Aufprall.

Frakturen am Unterschenkel: Sie machen bei HOELZMANN 35%, bei BODER rund 50% aller Frakturen am Bein aus; bei TERBIZIAN sind sogar 47% aller Skifrakturen am Unterschenkel lokalisiert. In rund der Hälfte der Fälle handelt es sich um Brüche beider Unterschenkelknochen, ca. 30- 50% sind isolierte Tibiafrakturen, der Rest isolierte Fibulafrakturen (BODER, MARBERGER, SALOMON). Die häufigsten Frakturformen sind die einfache Spiral- und Drehkeilfraktur. Zusammen machen diese beiden Frakturformen bei BÄTZNER 81%, bei MARBERGER und bei TSCHERNE 80% und bei MATTER 65% der Skifrakturen am Unterschenkel aus. Der überwiegende Entstehungsmechanismus ist die Außenrotation; die Frakturlinie verläuft hierbei von distal medial nach proximal lateral in einer halben oder ganzen Spiraltour, mit oder ohne Drehkeil. Die Tibia bricht zuerst, und zwar am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel. Anschließend frakturiert die Fibula unterhalb des Köpfchens oder ebenfalls am Übergang zum distalen Drittel. Die Unterschenkelspiralfaktur ist "die" typische Skifaktur am Unterschenkel. Bei guten Läufern kommt sie häufiger vor als bei Anfängern.

Weitere wichtige Frakturformen sind die supramalleoläre Querfraktur und die distale, intraarticuläre Tibiatrümmerfraktur, welche als Hyperflexionsverletzung um den Schuhrand als Hypomochlion entstehen. Außer der Biegung können auch Stauchung und Drehung bei der Entstehung dieser Frakturen eine Rolle spielen. Diese Frakturen treten erst ab 1956/57 auf (siehe Abb.5); ihre Häufigkeit hängt mit dem Gebrauch von hochschäftigen Stiefeln in Kombination mit der Langriemenbindung zusammen und nimmt schon wieder ab. Beide Frakturformen sind als für den Skilauf typisch anzusehen. Quer- und Trümmerbrüche des Unterschenkelschaftes sind selten und nicht typisch; sie entstehen durch Auffahren auf Hindernisse (direkte Gewalteinwirkung).

Tibiakopfbrüche sind ebenfalls selten und entstehen meist durch Sturz mit gestreckten Knien bei hoher Geschwindigkeit. der laterale Tibiakondylus bricht häufiger; gelegentlich kommen auch bikondyläre Frakturen bei Sturz mit gebeugten Knien vor.

Die Knöchelbrüche: Wie schon erwähnt, sind Knöchelbrüche heute seltener als Brüche am Unterschenkel. In der großen Mehrzahl handelt es sich um isolierte Außenknöchelbrüche (MOCK, H OELZMANN, PODER, SALCMON, TUSIEWICZ, GRÜNNAGEL). Innenknöchelfrakturen kommen ca. 10 mal seltener vor, ebenso Bimalléolarfrakturen. Als typische Frakturform, die ca. 75% aller isolierten Außenknöchelfrakturen ausmachen soll, ist die Supinations-Adduktionsfraktur zu nennen (MOCK). Die Frakturlinie verläuft hier auf der Höhe der Syndesmose schräg von hinten oben nach vorne unten und mehr oder weniger spiralgig: die Syndesmose bleibt meist unverletzt (MOCK). Wir sehen, dass die beschriebene Fraktur nach LAUGE-HANSEN eher die Bezeichnung Supinations-Eversionsfraktur verdienen würde. MOCK gibt an, die Fraktur entsteht bevorzugt beim Fahren in Brems- und Stemmstellung durch Widerstände, die den äußeren Fußrand treffen und die den Fuß nach innen umknicken. Eine ähnliche Fraktur wird übrigens von EWER eine Etage höher, nämlich supramalleolär, beschrieben. Sie entsteht in 90% der Fälle beim Skilauf (durch Außenrotation).

Grundätzlich können alle Arten von Knöchelbrüchen beim Skilauf vorkommen. Die Pronations-Abduktionsfraktur kann beispielsweise entstehen, wenn im Bruchharsch ein Ski nach außen weggerissen wird.

KNOFLACH beschreibt eine Doppelfraktur des Außenknöchels, die bisher nur bei Skiläufern gefunden wurde: eine Frakturlinie verläuft quer bis schräg oberhalb der Knöchelspitze und, davon völlig getrennt, ist eine Infraktion der Fibula knapp oberhalb des Außenknöchels mit nach außen offenem Achsenknick zu sehen. Der Mechanismus dieser Doppelfraktur ist zunächst der der Supinations-Adduktionsfraktur; im Sturz entsteht die proximale Knickungsfraktur. - Das gleiche klinische Bild wie eine Außenknöchelfraktur kann auch eine Blutung in die Epiphysenlinie des Außenknöchels hervorrufen (MOCK).

Die Frakturformen am Innenknöchel haben im allgemeinen keinen typischen Charakter; J.BÖHLER faßt die Abrißfraktur der Innenknöchelspitze (Pronations-Eversionsfraktur nach LAUGE-HANSEN) als typische Skifraktur auf.

Beim Fall auf den plantarflektierten Fuß kann es zur Abscherung eines hinteren Volkmann'schen Dreiecks mit Talus-subluxation nach dorsal kommen; beim Fall auf den dorsalflektierten Fuß kann ein vorderes Tibiakantendreieck herausbrechen und der Talus nach ventral subluxieren.

Da die Funktionssicherung des Sprunggelenkes durch Knochen und Bänder gewährleistet ist, entstehen häufig kombinierte Verletzungen an Knochen und Bändern. Eine Gabelsprengung resultiert erst bei Schädigung von Bandapparat und Knochen oder bei Schädigung mehrerer fixierender Bänder. Gabelerweiterungen und Gelenkstufen kommen nach MARBERGER in 33% der Knöchelfrakturen vor. Fissuren im Bereich der Knöchel, Abrisse und Ausrisse (am Innen- und Außenknöchel, Talus und Calcaneus) sind Zeichen schwerer Bandverletzungen.

Fußverletzungen: Sie sind beim Skilauf selten (ca. 2% nach PETITPIERRE, HOELZMANN, TERBIZIAN), da der Fuß durch die hochschäftigen Stiefel gut geschützt ist. Die Einführung der Hochschaftstiefel brachte einen meßbaren Rückgang der Fußverletzungen mit sich (GRÜNNAGEL). An der Fußwurzel kommen folgende Frakturen vor: Calcaneusfrakturen beim Sprung, die Entenschnabelfraktur des Calcaneus beim Frontalsturz, Talushalsfrakturen und Frakturen des Proc.post.tali, Fraktur und Luxationsfraktur des Os naviculare (letztere stellt die schwerwiegendste Fraktur am Fuß dar). Mittelfußfrakturen kommen selten und nur zufällig vor. Nach KNOFLACH können an den Grundphalangen der Zehen, an der medialen Seite des Köpfchens, kleine Knochensplitter abgesprengt werden, die ziemliche Beschwerden verursachen. Der Mechanismus ist der eines Sturzes nach vorn, bei dem die Spitze des Vorderfußes durch den Zehenriemen zurückgehalten wird und die Zehengrundgelenke so über ihre normale Beweglichkeit hinaus beansprucht werden.

Die Altersverteilung der Skifrakturen des Beines: bei PETITPIERRE zeigte die Altersverteilung einen Häufigkeits-

gipfel im Alter von 30 - 40 Jahren bei Männern (40% aller Verletzten gehörten dieser Altersgruppe an) und im Alter von 20 - 30 Jahren bei Frauen (53% aller Verletzten gehörten dieser Altersklasse an) . Sie bezieht sich auf alle Skiunfallpatienten von 1930 - 37. 1953 berichtet MARBERGER über einen Häufigkeitsgipfel bei 25 Jahren für beide Geschlechter. Der Trend hielt an und der Häufigkeitsgipfel verschob sich in die 2. Dekade (TERBIZIAN, MC INTYRE). Für den gleichen Zeitraum wie die zuletzt genannten Autoren fand ASANG 10% Kinder, 17% Jugendliche und 73% Erwachsene unter seinen Skiunfallpatienten. Er hält diese Verteilung nicht für ein Abbild der Pistenpopulation, sondern schließt auf eine stärkere Gefährdung der Kinder. Die Verteilung der einzelnen Frakturen ist bei Kindern und Jugendlichen anders als bei Erwachsenen: bei Jungen sind typische Frakturen häufiger als bei Erwachsenen; sie machen ca. 70% aller Skiverletzungen bei Jungen aus. Je jünger die Knaben sind, desto häufiger treten typische Frakturen auf. die typischen Distorsionen sind bei Jungen entsprechend seltener, während weibliche Jugendliche besonders häufig an Distorsionen leiden (54% aller Skiverletzungen in dieser Gruppe sind Distorsionen).

Bei Kindern treten praktisch keine Knöchelbrüche auf und 95% der Frakturen lokalisieren sich am Unterschenkel (AHRER). Isolierte Tibiafrakturen treten häufiger auf als Unterschenkelfrakturen. Bei den männlichen Jugendlichen fehlen Knöchelbrüche praktisch auch; hier sind Unterschenkelfrakturen häufiger als isolierte Tibiafrakturen. Stiefelrandbrüche fallen wegen ihrer Häufigkeit in dieser Gruppe auf. (9% aller Verletzungen). Bei den weiblichen Jugendlichen treten Knöchelbrüche auf, sowie isolierte Tibiafrakturen und Unterschenkelfrakturen in gleicher Zahl.

Die isolierte Tibiafraktur entsteht meist durch einen Innenrotationsmechanismus, im Gegensatz zu der typischen Unterschenkeltorsionsfraktur des Erwachsenen. Je jünger die Kinder sind, desto eher erleiden sie eine isolierte Tibiafraktur: SUCKERT fand 85% isolierte Tibiafrakturen in der Gruppe von 0 bis 5 Jahren, ca. 50% in der Gruppe von 6 bis 15 Jahren und 15,7 % in der Gruppe von 15 bis 18 Jahren. Im Alter über 40 Jah-

ren kommen diese Frakturen nicht mehr vor-(TERBIZIAN). Im Gegensatz zu den Unterschenkelfrakturen des Erwachsenen ist die isolierte Tibiafraktur im Zunehmen begriffen (PACHL). Die Kinder sind für diese Fraktur besonders disponiert: durch ihren Körperbau, denn der Muskelschutz des Skeletts, welcher verglichen wurde mit dem Tauwerk, das einen Masten stabilisiert, ist beim Kind noch nicht so gut ausgebildet wie beim Erwachsenen. Ferner sind Kinder oft unzureichend ausgerüstet, d.h. haben keine funktionierende Sicherheitsbindung. Des weiteren sind sie gefährdet durch ihre Fahrweise; als Anfänger fahren sie Schneepflug und Stemmbogen. Da sie oft mit gestreckten Beinen fahren, ist weniger Drehung im Sprung- und Kniegelenk möglich und die Torsionsgewalt wird auf die Tibia übertragen. Außerdem spielt die größere Elastizität der tibiofibularen Bänder eine Rolle. Die Fibula frakturiert nicht wegen ihrer großen Elastizität und wegen des Innenrotationsmechanismus. Die isolierte Tibiaspiralfraktur stellt somit "die" typische Skifraktur bei Kindern dar.

Oberschuhrandquerbrüche sind bei Kindern und Jugendlichen häufiger als bei Erwachsenen (ASANG). AHRER und BAUER fanden 80% dieser Frakturen in der Altersgruppe von 0 bis 20 Jahren. Das anatomische Substrat für diese Altersdisposition ist darin zu suchen, dass in diesem Alter die Tibiametaphyse eine sehr dünne Compacta hat und im Querschnitt viereckig ist. Der viereckige Querschnitt ist aber für die dorsoventrale Belastungsrichtung nicht so günstig wie der spätere dreieckige Querschnitt.

Die Geschlechtsverteilung: die männlichen Patienten machen im allgemeinen 60 - 70% des Krankengutes bei Skiunfallpatienten aus(PETITPIERRE, TUSIEWICZ, MARBERGER, TERBIZIAN, MATTER et al.). Diese Zahlen entsprechen ungefähr der Pistenpopulation: NEUREUTHER gibt an, dass in Garmisch sonntags das Verhältnis von Männern zu Frauen auf der Piste 60:40, werktags 72:28 ist. Er hält jedoch die Frauen für stärker gefährdet als die Männer. In der Verteilung der Verletzungen bestehen Unterschiede zwischen den Geschlechtern, die mit der Lage des Schwerpunktes und der Stellung von Ober- und Unterschenkel

zum Becken zusammenhängen (physiologisches X-Bein der Frau!). Außenknöchelfrakturen und Sprunggelenk-Luxationsfrakturen, besonders Supinationssubluxationen, treten bei Frauen häufiger auf (BODER, TERBIZIAN); bei Männern sind dafür Unterschenkel- und Tibiafrakturen häufiger. Diese Unterschiede finden sich aber nur bis zum 4. Jahrzehnt.

Tabelle 3 zeigt die relative Häufigkeit der Frakturlokalisationen in Abhängigkeit vom Geschlecht (nach BODER):

	MÄNNER	FRAUEN
AUSSENKNÖCHELFRAKTUR	23,7%	42,7%
TIBIAFRAKTUR	34,2%	15,5%
UNTERSCHENKELFRAKTUR	26,3%	15,5%
SPRUNGGELENKLUXATIONS-FRAKTUR	5,3%	15,5%

Die Lateralität: Die meisten Autoren fanden das linke Bein häufiger verletzt, z.B. HAID fand ein Verhältnis von 3/5 zu 2/5 von links zu rechts (für die Jahre 1937-49) und dies darauf zurück, dass der Rechtshänder bevorzugt Rechtskurven fahre; dabei ist aber das linke Bein das bogenäußere und belastete, außerdem das ungeschicktere und wird somit öfter verletzt. TSCHERNE fand ein Verhältnis von 74 zu 59 von links zu rechts (1963 - 65), während TERBIZIAN in einem großen Verletztengut eine gleichmäßige Verteilung fand.

D) DER VERLETZUNGSMECHANISMUS BEI DEN TYPISCHEN FRAKTUREN

Typische Skiverletzungen entstehen durch einen charakteristischen Unfallmechanismus; die frakturierende Kraft wird von dem gehemmten Ski über den unbeweglich auf dem Ski fixierten Fuß auf das Bein übertragen und führt zu Unterschenkelspiralfrakturen, isolierten Tibiaspiralfrakturen, Außenknöchelfrakturen, supramalleolären Unterschenkelfrakturen oder distalen Unterschenkeltrümmerfrakturen, oft mit vorderem Tibiakneil. Evt. kann man noch die Talushalsfraktur und die Abrißfraktur der Innenknöchelspitze zu den typischen Frakturen rechnen.

Von Interesse für die Entstehung der Skifrakturen ist die Bruchfestigkeit der betroffenen Knochen. ASANG, POSCH und

ENGELBRECHT untersuchten die Bruchfestigkeit des menschlichen Schienbeins und kamen zu folgenden Ergebnissen: Zwischen den linearen Abmessungen des Tibiakopfes (querer Tibiakopfdurchmesser) und der schwächsten Stelle im körperfernen Tibiadrittel besteht eine konstante Beziehung. Beim gesunden Knochen besteht eine Proportionalität zwischen Tibiakopfdurchmesser und dem Bruchmoment. Nur das Lebensalter beeinflusst diese Proportionalität: bei gleicher Tibiakopfgröße sind die Schienbeine alter Menschen weniger belastungsfähig als die jüngerer: beim 70 jährigen ist die Bruchfestigkeit nur noch ca. halb so groß wie beim 18 jährigen. Dies dürfte bedingt sein durch die Abnahme des Apatitgehaltes im Knochen nach dem dreißigsten Lebensjahr. Geschlechtsunterschiede in der Proportionalität konnten nicht gefunden werden. Außer der Dicke des Knochens ist die Querschnittsform für die Bruchfestigkeit von Bedeutung: die Bruchmomente der im unteren Drittelpunkt gebrochenen Knochen lagen höher als die bei den supramalleolären Brüchen. Der Querschnitt ist aber im unteren Drittelpunkt besonders günstig für eine ventrodorsale Belastung - kreisgehöhltes Dreieck mit Grundlinie dorsal - während er im unteren, supramalleolären Bereich eher elliptisch wird.

Das menschliche Schienbein vermag Biegebelastungen einen wesentlich höheren Widerstand entgegenzusetzen als Drehbelastungen: die gefundenen Bruchmomente lagen für Torsion bei 320 - 1455 kpcm, für Biegung bei 1465-3550 kpcm. Durch graphische Darstellung der Proportionalität erhält man Parabeln, die eine Aussage über die unteren Grenzen der Belastbarkeit gestatten und auch für die Einstellung von Sicherheitsbindungen zu gebrauchen sind.

Muskelzug begünstigt nach ASANG den Bruchvorgang nicht, sondern stellt ein zusätzliches Sicherungssystem dar. Eine Messung der Muskelkräfte des Beines (ASANG) ergibt, dass die dynamische Muskelkraft die Knochenbruchgrenzen kurzfristig (ca. 1/10 bis 1/100 sec.lang) um das dreifache überschreitet. Diese Kraftübertragung ist nur in Mittelstellung

der Gelenke möglich, und nur in dieser Stellung kann das Bein von außen einwirkende Kraftstöße solcher Größe schadlos auffangen. (Da bei gestrecktem Kniegelenk keine Drehung möglich ist, kann nur das gebeugte Knie Torsionskräfte auffangen.)

Mit dem Einfluß der Geschwindigkeit und der Hangneigung auf die Gefährlichkeit eines Skisturzes hat sich ebenfalls ASANG beschäftigt. Bei wenig geneigtem Hang und langsamer Fahrt oder sogar beim Sturz aus dem Stand treten häufig schwere Verletzungen, wie Unterschenkelstrehbrüche, auf. Bei geringer Hangneigung und geringer Fahrt ist der Aufschlagwinkel des Skiläufers größer als beim schnellen Fahrer oder am steilen Hang. Der schnelle Fahrer wird also eher auf der Unterlage gleiten, ohne sich zu verletzen, während der langsame Fahrer durch Einbohren der Ski in den Schnee großen Verzögerungskraften und damit einem großen Verletzungsrisiko ausgesetzt ist. Bei langsamer Fahrt ist die Richtungsänderung des Schwerpunktes durch den Sturz ausgeprägter, d.h. während des Sturzes wird das Skelett stärker auf Biegung beansprucht. Die Sturzzeit beträgt konstant ca. $1/2$ sec. Da der schnelle Fahrer in dieser Zeit eine längere Strecke zurücklegt als der langsame, kann er durch aktive Bewegungen eine bessere Sturzlage erzielen. Da der Körper seitlich vom Schwerpunkt zu Boden fällt, muß sich der Körper um die Längsachse verdrehen, und zwar beim langsamen Fahrer stärker, da der Winkel zwischen der Fahrtrichtung und dem Schwerpunkt größer ist. Hinzu kommt noch, dass die Einstellung der Sicherheitsbindung bei Stürzen aus langsamer Fahrt oder aus dem Stand aus technischen Gründen problematisch wird.

BOHNE untersuchte die Statik des Skilaufs; er fand einen Winkel von 160 Grad im Kniegelenk für den Abfahrtslauf am günstigsten. Bei stärkerer Beugung müssen zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts immer mehr proximale Muskelgruppen mitangespannt werden, sodass der Fahrer frühzeitig ermüdet. Durch Ableitung von Elektromyogrammen bei einem muskulär geführten Kniegelenk wies er die stärkere Beanspruchung der Oberschenkelstrecker bei tiefer Hocke und

aller Muskelgruppen am Ober- und Unterschenkel bei Stemmstellung mit Innenkantung, verglichen mit der Beanspruchung bei paralleler Skiführung, nach.

PETITPIERRE teilt die Verletzungsmechanismen ein in direkte und indirekte, wobei nur die durch den langen Hebelarm der Skier übertragenen Drehungsmechanismen zu den indirekten zählen. Nach PEYTRIGNET ist diese Einteilung nicht mehr aufrechtzuerhalten, da auch bei Stürzen nach vorne mit Querbrüchen der Mechanismus indirekt ist: die einwirkenden Kräfte setzen im Schwerpunkt an, der Querbruch tritt jedoch am Unterschenkel, an der Stelle des größten Biegemomentes auf. Ein direkter Mechanismus liegt dagegen vor bei Schlag oder Stoß auf die Bruchstelle und ist erkennbar an der begleitenden Weichteilverletzung.

Drehsturzverletzungen: Der Ablauf eines Drehsturzes entspricht folgendem physikalischen Vorgang (BODER): Wenn eine bewegte Masse in einem nicht zentralen Punkt verzögert wird, führt sie infolge der kinetischen Energie (Trägheit) die Bewegung weiter durch. Der die Verzögerung mitteilende Punkt wird zum Drehpunkt, um den die Bewegung der Masse auf einer Kreisbahn erfolgt. Der Masse entspricht Skiläufer plus Ski; der exzentrische Massenpunkt, der die Verzögerung erfährt, liegt im Ski. Das Bein kann der Rotationsbewegung des Körpers nach der Seite des bremsenden Widerstandes nur begrenzt folgen und wird durch die Hebelwirkung der Skier und die Wucht der fallenden Masse gefährdet. Die Drehbewegung kann so lange kompensiert werden, wie eine Rotation im Hüftgelenk des fixierten Beines noch möglich ist. In Vorlage ist die Drehungsbreite des Hüft- und Kniegelenks größer als in Streckstellung; daher ist auch der ausnutzbare Bremsweg größer. Im unteren Sprunggelenk ist zwar in Vorlage die Drehungsbreite vermindert, aber das spielt bei der Versteifung des Fußes im modernen Skischuh keine Rolle.

Außenrotationsverletzungen sind häufiger als Innenrotationsverletzungen (GELEHRTER); sie entstehen meist durch Drehung des Körpers gegenüber dem blockierten Ski nach innen. (Beim Schwung ist das in Außenrotation stehende Bein

ja nicht belastet und eine Verletzung daher unwahrscheinlich). Da die Außenrotation eine für den Skilauf "unnatürliche" Bewegung darstelle, meint KLUGE, dass schon geringere Kräfte für eine Verletzung genügten als bei der "natürlichen" Innenrotation, die sehr forciert werden müsse oder mit Ab- oder Adduktion, Pro- oder Supination kombiniert sein müsse, um Verletzungen hervorrufen zu können.

Außenrotationsfrakturen sind der per- oder subtrochantere Oberschenkelbruch, der früher beim Telemarschswing auftrat, aber heute nicht mehr in typischer Weise vorkommt, die Unterschenkelspiralfaktur und die Außenrotationsfraktur am Außenknöchel (PETITPIERRE). Hierher gehört auch der Abriß der Innenknöchelspitze (J.BÖHLER) durch Pronations-Eversionsmechanismus.

Innenrotationsverletzungen treten besonders während des Schneepflugfahrens und Stemmens auf, wenn ein Ski außen verkantet wird. Der Fuß steht dann in Supination und Adduktion, die Skispitzen überkreuzen sich und das Bein ist im Sturz stark innenrotiert (MOCK). Beim Stemmschwing kann, wenn der Talski zu weit vorne bleibt, der Bergski den Talski überkreuzen und diesen in Innenrotationsstellung blockieren.

Die bei Innenrotation auftretenden Frakturen sind die isolierte Tibiaspiralfaktur der jungen Läufer (der Innenrotationsmechanismus ist erkennbar an der von lateral unten nach medial oben verlaufenden Frakturlinie), und die Supinations-Adduktionsfraktur des Außenknöchels (MOCK), bei der selten noch als zweites Stadium eine Abscherung des Innenknöchels auftreten kann. Alle weitergehenden Verletzungen, wie Syndesmosen Sprengung, Volkmann'sches Dreieck etc., gehören nicht mehr zur Supinations-Adduktionsfraktur nach LAUGE-HANSEN.

Der Verletzungsmechanismus bei Frontalstürzen: MARBERGER schreibt, durch die große Beweglichkeit der Gelenke des Beines im Sinne der Beugung und Streckung sei ein Sturz nach vorne mit parallel gehaltenen Skiern, ebenso wie das Überschlagen in Fahrtrichtung, meist gefahrlos. Nun versteifen aber die für die Kurzschwingtechnik notwendigen hohen Stiefel den Fuß in sich und gegenüber dem Unterschenkel. Bei feh_

lender oder nicht funktionierender Sicherheitsbindung ist dieser versteifte Fuß fest auf dem Ski fixiert. Seit der Saison 1957/58 treten Querfrakturen und quere Drehbrüche etwa handbreit über der Knöchelgabel auf, und zwar genau am oberen Schuhrand der hochschäftigen, starren Stiefel. Sie entstehen bei Frontalstürzen, evtl. mit sekundärem Drehmoment durch den Sturz (FRANK). Der quere Drehbruch beginnt als Querbruch und wird als Außenrotationsfraktur durch den herumgeworfenen Körper fortgesetzt. Der Körper stürzt also nach vorne, und da das obere Sprunggelenk im schraubstockfesten Stiefel blockiert ist und die Ferse sich nicht vom Ski abheben kann, wird der Unterschenkel über die Kante des Skischuhs gebrochen, d.h. durch einen Biegungsmechanismus mit dem Stiefelrand als Hypomochlion (BERNBECK). Der Drehpunkt des oberen Sprunggelenks wird an den Stiefelrand verlagert, da das größte Biegungsmoment am Ende des längsten Hebelarmes, also am oberen Rand des Schuhs, wo die Schienung durch den Schuh aufhört, liegt (PEYTRIGNET).

FRANK berechnet die kinetische Energie eines 70 kg schweren Fahrers bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h zu 991 kpm. Diese Energie wird während des Sturzes (bis der Gestürzte ruhig liegen bleibt) frei und wirkt auf den Schwerpunkt. In Kniehöhe beträgt die freigesetzte kinetische Energie noch 396 kpm (BANDI), supramalleolär entsprechend weniger. Das Biegebruchmoment, das, wie wir sahen, supramalleolär 14,5 - 35,5 kpm beträgt, kann aber trotz Abpufferung der Wucht durch Abwehrbewegungen oder einen günstigen Aufschlagwinkel und auch beim verzögerten Sturz noch beträchtlich überschritten werden.

BANDI findet bei maximaler Dorsaflexion^I (Vorlage) des oberen Sprunggelenks eine starke Belastung der Achillessehne, der distalen Tibia und des Talushalses. Bei Überschreitung der Belastungsgrenze (Hyperflexion) treten supramalleoläre, intraarticuläre Tibiabrische, Achillessehnenrisse, und die Abscherfraktur des Talushalses auf, die als Hyperflexionsverletzungen zusammengefaßt werden. BANDI stellt die in freier Fahrt auf die Tibia einwirkenden Kräfte: Fahrwucht,

Körpergewicht und Zuggurtungswirkung der Wadenmuskulatur in Parallelogrammen dar. Die resultierenden Kraftvektoren nehmen, je tiefer sie liegen, eine immer kaudalere Richtung ein, da die

Zuggurtungswirkung der Achillessehne wegen des nach distal wachsenden wirksamen Querschnitts der Wadenmuskulatur zunimmt. Bei freier Fahrt steht die dorsale Tibiahälfte unter Druck, die ventrale unter Zug (d.h. Beanspruchung im Sinne der Ante-kurvatur nach BANDI).

Bei einem plötzlichen Stop wird die Fahrwucht supramalleolär gleich Null, während sie auf Kniehöhe zunächst noch weiterwirkt. Die Zuggurtungswirkung der Achillessehne bleibt gleich oder wird gesteigert, dadurch werden die resultierenden Vektoren nach distal zu immer kaudaler bzw. kaudal-dorsalwärts gerichtet. Während des Sturzes wird die dorsale Tibiahälfte auf Zug und die ventrale auf Druck beansprucht (FRANK). Es fällt jedoch auf, daß das proximale Fragment nicht dem Biegemoment entsprechend nach dorsal disloziert wird, sondern nach ventral und distal. Das distale Fragment wird in das proximale hineingerammt. Es handelt sich also nicht um einen reinen Biegebruch, sondern um eine Kombination mit Abscherung und Kompression (BANDI). Das distale Fragment kann durch das proximale komprimiert und aufgesprengt werden und die Übergänge vom supramalleolären Querbruch zur distalen intraartikulären Trümmer- und Kompressionsfraktur der Tibia sind fließend.

PEYRIGNET zeigt, daß für das supramalleoläre Biegebruchmoment die Belastung des Tibiaschaftes, welche von der Vorlage abhängt, ausschlaggebend ist und daß die über die Achillessehne übertragene Kraft praktisch für das Biegemoment vernachlässigt werden kann.

Ferner weist er darauf hin, daß der angenommene Mechanismus: vollständige Blockierung der Skier und Rotation des Schwerpunktes auf einer Kreisbahn um den Stiefelrand als Mittelpunkt nur für Geschwindigkeiten bis zu 12 km/h gilt. Für eine Geschwindigkeit von 12 km/h und ein Körpergewicht von 73 kg findet er eine maximale Biegebeanspruchung von 330 kpm supramalleolär und ein aus der über die Achillessehne übertragenen Kraft resultierendes Moment von 160 kpm. Bis zu diesen Werten steigt das Biegemoment mit der Geschwin-

digkeit an. Bei grösserer Geschwindigkeit heben sich die Skier nach PEYTRIGNET von der Unterlage ab (mit den Hinterenden), der Fahrer überschlägt sich, und der Winkel zwischen Tibia und Skiern wird nicht wesentlich kleiner als 60 Grad, sodass keine gefährlichen Momente auftreten.

Diese Ergebnisse stehen also im Widerspruch zu denen von FRANK und BANDI, die den Frontalsturz gerade bei hohen Geschwindigkeiten für gefährlich halten; die letzte Entscheidung der Richtigkeit der einen oder anderen Theorie muß den Physikern überlassen bleiben.

JOHNER betont besonders den Abscherungsmechanismus bei der Entstehung des Oberschuhrand-Querbruches; nach seiner Meinung reichen die meisten dieser Frakturen nicht bis ins Gelenk. Zu den Hyperflexionsverletzungen kann noch die Kombination Innenknöchelfraktur mit Achillessehnenriß gezählt werden (MORITZ, SUCKERT). Hier wird durch die vorne 30% dickere Talusrolle der Innenknöchel im Sinne einer Pronations-Abduktionsfraktur gebrochen, und im Sturz nach vorn kommt es zum Achillessehnenriß.

E) VERLETZUNGSPROPHYLAXE UND SICHERHEITSBINDUNG

Eine wirksame Verletzungsprophylaxe hat zum einen an den Unfallursachen, zum anderen am Verletzungsmechanismus anzusetzen. Im ersten Fall ist das Ziel, den Unfall überhaupt zu vermeiden, im zweiten Fall wird im Sturz das Bein freigegeben, bevor es zu einer typischen Verletzung kommen kann. (Sicherheitsbindung), oder es wird durch das bewußte, richtige Fallen eine Verletzung verhindert.

Da die Verletzungsprophylaxe im wesentlichen schon im Kapitel über die Unfallursachen mitabgehandelt wurde, sollen die einzelnen Punkte nur noch einmal zusammengefaßt werden und nur auf das Problem der Sicherheitsbindung näher eingegangen werden: Die Ausschaltung der psychosomatischen Unfallursachen ist schwierig, da diese weitgehend unbewußt sind. Erforderlich wären eine vernünftige Fahrweise, richtige Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit, Vorsicht und Verantwortungsgefühl.

Gute physische Kondition (durch Training und ausreichen-

den Nachtschlaf), Akklimatisation (diese dauert drei Tage!), Aufwärmen und Lockerungsübungen vor der Abfahrt können viele Verletzungen verhindern. Vermeidung von Übermüdung (die parallele Skiführung ist weniger ermüdend als Fahren in Pflug- oder Stemmstellung!), Skikurse zur sicheren Beherrschung der Technik, insbesondere auch der Technik des Tiefschneefahrens und der Technik des Fallens, sind weitere wichtige Punkte.

Eine geeignete Ausrüstung (z.B. der Gebrauch von Fangriemen), kurze Ski für Anfänger, da diese eine geringere Bodenhaftung haben nach ASANG; der Gebrauch einer Sicherheitsbindung vermindert des weiteren das Verletzungsrisiko.

Kenntnis der Schneearten, Geländegefahren (z.B. Lawinengefahr) und Wettergefahren setzen Erfahrung voraus, welche unfallverhütend wirkt.

Schießlich sind noch die Pistenpflege, Pistenmarkierung und die Vorfahrtsregelung (der talwärtige Fahrer hat Vorfahrt) zur Vermeidung von Kollisionen zu nennen. TRUCHET empfiehlt die Einrichtung von divergierenden Pisten, d.h. Abfahrten zu verschiedenen Punkten des Tales von einer Seilbahnstation aus, zur Vermeidung von Kollisionen.

Die Sicherheitsbindung: nach ASANG hängt die typische Verletzung in Art und Schwere allein davon ab, ob beim Sturz die Verbindung Bein /Ski gelöst werden kann oder nicht. Auf dieser Erkenntnis beruht die Konstruktion von Sicherheitsbindungen, die bis auf das Jahr 1935 zurückgeht.

Welche Anforderungen muß eine Sicherheitsbindung erfüllen? Sie muß bei Erreichen eines Belastungsgrenzwertes, der eingestellt werden kann, sicher und schnell auslösen, d.h. das Bein freigeben. Andererseits dürfen Kräfte geringer Dauer (unter 1/10 sec), sogenannte Kraftstöße, welche keine Verletzungen hervorrufen können, unabhängig von ihrem Betrag nicht zur Auslösung führen (VOGEL). Bei zu fester Einstellung der Bindung steigt die Wahrscheinlichkeit einer typischen Verletzung, bei zu leichter Einstellung die Wahrscheinlichkeit einer atypischen Verletzung infolge versehentlich aufgegangener Bindung. Die aus den beiden Wahrscheinlichkeiten resultierende Gesamtwahrscheinlichkeit für eine Verletzung hat ein Minimum, welches bei umso höheren Kräften

liegt, je größer die Geschwindigkeit des Fahrers ist (VOGEL).

Die obere Grenze der Auslösehärte ist gegeben durch die untere Knochenbruchgrenze des menschlichen Schienbeins, welche dem Tibiakopfdurchmesser proportional ist (ASANG). Die Reibungskraft, welche um den Faktor 10 schwanken kann, kann die ganze Wirkung der Sicherheitsbindung zunichte machen; sie kann durch einen Teflon-Gleitstreifen gering und konstant gehalten werden (VOGEL).

Andererseits dürfen die beim Fahren auftretenden Steuerkräfte, deren über längere Zeit ermittelter Maximalwert, Festhaltekraft genannt wird, nicht zur Auslösung führen. Die Festhaltekraft seitlich der ^hSchuspitze steigt linear mit der Geschwindigkeit; sie ist beim Parallelschwung geringer als beim Stemmschwung und hängt stark von der Schneebeschaffenheit ab. Für den Parallelschwung maß VOGEL Werte von 10 - 26 kp seitlich und 50 - 100 kp vertikal.

Vor der Auslösung muß die Bindung große Stoßenergien in Form von Arbeit reversibel aufnehmen; der Sicherheitsbacken wird hierbei bis ca. 5 mm aus der Ruhelage ausgelenkt und federt von selbst wieder zurück. Bis zur halben Auslösehärte muß die Bindung jedoch unverrückbar fest halten. Diese stoßschluckende Eigenschaft ist bei den langhubigen Bindungen (Fabrikate: Nevada, Lusser, Salomon-Antichoc) am besten ausgebildet.

Bei hohen Knochenfestigkeiten ist auch für schnelle und kraftvolle Fahrer oder schlechte Fahrer mit großen Festhaltekräften ein ausreichender Sicherheitsabstand vorhanden; bei geringer Knochenfestigkeit bieten nur gutes Fahrkönnen und langsame Geschwindigkeit noch genügend Sicherheitsabstand.

Der IAS (Internationaler Arbeitskreis für Sicherheit im Skilauf) erarbeitete eine Einstellungstabelle für Sicherheitsbindungen, bei der der Sicherheitsfaktor für kombinierte Belastung zwischen 1 und 2 liegt und bei der die Auslösewerte die üblicherweise notwendigen Festhaltekräfte übersteigen. Die Werte dieser Tabelle gehen von 60 bis 100 kp für die Frontalauslösung und von 4 bis 8 kpm für die Auslösung der Sicherheitsbacken. Sehr schnelle Fahrer können

die Bindung etwas härter einstellen als angegeben; ältere und schwache Fahrer sollen sie leichter einstellen.

Wie sieht das Ganze nun praktisch aus? Die SB (Sicherheitsbindung) vermindert das Unfallrisiko auf ca. $1/3$ (TRUCHET, GRÜNNAGEL, MORITZ). Außer dem allgemein unfallverhütenden Wert kommt der SB noch ein signifikanter Frakturvermindernder Wert zu (GRÜNNAGEL). Nach TRUCHET wird das Frakturrisiko auf $1/5$ gesenkt. HENKEL zeigt, dass nach Einführung einer Drehsturzsicherung für alle Leihskier im US-Sportcenter Garmisch die Beinbrüche auf $1/15$ des Ausgangswertes sanken. Solche Drehsturzsicherungen sind i.a. nach dem Prinzip des einfachen Schwenkbackens oder des Doppelgelenk-Schwenkbackens konstruiert. Der Stiefel wird nur vorne von dem Backen festgehalten; eine seitliche Fixierung entfällt. Bei Erreichen der Auslöse-Torsionskraft schwenkt der Backen mit der Schuhspitze zur Seite aus und gibt diese frei. Er bleibt in der ausgelenkten Stellung stehen.

Für die Auslösung bei Frontalstürzen ist eine davon ganz unabhängige Mechanik notwendig. Früher wurden Vorderkabelstrammer verwendet, die bei pathologischen Rißmomenten aufsprangen. Heute wird im wesentlichen die Fersenautomatik verwendet. Die Kabelfixierung entfällt hier; die Ferse wird gehalten durch einen Metallblock hinten an der Ferse, die Auslösung geschieht durch einen Federmechanismus.

Bei Unfallpatienten haben die SB in 80% der Fälle versagt (GRÜNNAGEL), d.h. sie öffneten sich gar nicht, nur teilweise oder zu früh (als Unfallursache). ASANG fand ebenfalls 80% Versager, MATTER et al. kamen auf ca. 66%. BODER weist daher auf den "amulettartigen Charakter" der SB hin, und KRAUS schlägt die Bezeichnung "Auslösebindung" (engl.: release bindings) statt "Sicherheitsbindung" (engl.: safety bindings) vor, damit sich die Fahrer mit SB nicht in falscher Sicherheit wiegen.

MATTER et al. haben die Auslösekräfte an Unfallskiern gemessen. Häufig waren die Werte überhaupt nicht reproduzierbar oder der erste gemessene Wert lag wesentlich über den folgenden. Diese Unregelmäßigkeiten der Auslösung könnten durch mangelnde Wartung bedingt sein. Ca. $1/3$ der Mechanismen war

überhaupt nicht auslösbar, da falsch montiert oder defekt. Die meisten Bindungen waren nicht innerhalb der IAS-Norm eingestellt.

Betrachtet man jedoch nur die funktionierenden SB, so ergibt sich, dass Unterschenkelbrüche 200 mal seltener sind als bei starrer Backenbindung (ASANG). Hyperflexionsverletzungen traten bei funktionierender SB nicht auf. Knöchelbrüche kamen nur in 1% gegenüber 17% bei starrer Backenbindung vor.

Zusammenfassend lässt sich sagen, daß bei kunstgerechter Montage, guter Wartung und Einstellung der SB nach der IAS-Tabelle der unfall- und frakturverhütende Wert der SB doch beträchtlich sein dürfte.

F) DIE THERAPIE DER "SKIFRAKTUREN"

"Es ist falsch, dass die Sportverletzungen aus dem allgemeinen Rahmen der Unfallschädigungen heraustreten" (CLAIRMONT). Sie haben zwar einen eigenen Verletzungsmechanismus, aber Diagnose und Therapie sind dieselben wie bei Unfällen anderer Genese. Auf die Diagnosestellung soll daher nicht näher eingegangen werden; sie beruht, wie sonst auch, auf einer genauen Unfall-Anamnese, der klinischen Untersuchung (Frakturzeichen: Schmerz, Deformität, Krepitation, abnorme Beweglichkeit, Functio laesa), bei der auch nach begleitenden Bandverletzungen gefahndet werden muß, und auf der Röntgen-Untersuchung in zwei Ebenen. Die benachbarten Gelenke müssen auf den Aufnahmen zu sehen sein. Manchmal sind noch gehaltene Röntgenaufnahmen oder Sprunggelenksaufnahmen in 20 - 30 Grad Innenrotation (zur Diagnostik von Innenknöchelfrakturen) erforderlich.

1) Allgemeines zur Frakturheilung

Bei konservativer Frakturbehandlung und bei nicht stabiler Osteosynthese findet die sekundäre Knochenheilung statt. Durch Einsprossen von zartem, gefäßreichem Bindegewebe von dem Periost und dem Markraum aus bildet sich der provisorische, angiogene oder primäre Callus aus dem Bruchhämatom. Der primäre Callus besteht aus Bindegewebszellen und kolloidaler Interzellulärsubstanz. Unter bestimmten Bedingungen

können sich die Mesenchymzellen in Osteoblasten umwandeln. Hierbei spielen die Sauerstoffkonzentration und von außen einwirkende mechanische Kräfte eine Rolle. Man stellt sich vor (FLEISCH), dass die mechanischen Kräfte durch die piezoelektrische Eigenschaft des Knochens elektrische Ströme hervorrufen, welche wiederum die physiologischen und biochemischen Prozesse beeinflussen können. Bei Zugbelastung und Abscherung tritt vorwiegend bindegewebiger Callus auf, Knochen wird abgebaut, der Bruchspalt verbreitert sich. Durch desmale Ossifikation kann es bei Ruhe zur Stabilisierung der Fraktur kommen; bei bleibender Unruhe an der Frakturstelle bildet sich eine fibröse Pseudarthrose aus.

Bei Druck- und Bieungsbeanspruchung bildet sich vorwiegend knorpeliger Callus, welcher bei Ruhe über die chondrale Ossifikation zur Frakturheilung führt, während bei bleibender Unruhe an der Frakturstelle eine knorpelige Pseudarthrose entsteht (RINIKER).

Ist von vornherein eine gute Stabilisierung vorhanden, so bildet sich wenig knöcherner Callus aus dem Primärallus, Der sekundäre Callus, der verkalkt und schon wesentliche mechanische Funktionen übernimmt, wird auch Fixationscallus genannt. Unter Abbau von überschüssigem Callus heilt die Fraktur knöchern aus; dies ist jedoch nur bei genügender Ruhigstellung zu erreichen.

Bei starken mechanischen, chemischen oder bakteriell-entzündlichen Reizen können große Mengen von wolkigem, funktionell minderwertigem Callus, sog. Reizcallus, entstehen. Durch die verletzungsbedingte Durchblutungsstörung werden die beiden Frakturende in einer kleinen Zone nekrotisch, während sich in der Übergangszone zur Normämie die angiogene Osteogenese abspielt: Callusbildung ist also an dystrophische Bedingungen geknüpft (RINIKER).

Zunächst bildet sich der weniger differenzierte Faserknochen und durch Umbau hieraus Lamellenknochen, bei dem die Osteone in der Hauptbelastungsrichtung angeordnet sind.

Bei anatomischer Reposition und stabiler Osteosynthese hat man dagegen festgestellt (WIESER), dass in vielen Fällen überhaupt kein Callus im Röntgenbild sichtbar wurde und

die Fraktur trotzdem festwurde. Der Bruchspalt verschwindet nach 6-12 Wochen und dystrophische Entkalkungen distal der Frakturstelle, die zur sekundären Knochenheilung praktisch dazugehören, treten nicht auf. Histologisch entspricht diesem Befund eine von den Havers'schen Kanälchen ausgehende Knochenbildung (intracanaliculäre Osteogenese). Eine Blutgefäßschlinge mit einem Osteoblastenmantel ist die knochenbildende Einheit. Wegen der mechanischen Neutralität ist kein Intermediärgewebe notwendig, um störende Einflüsse fernzuhalten, und es bildet sich sofort Lamellenknochen. An beiden Frakturende wird zunächst Osteoid in queren Lamellen abgelagert. Nach vier Wochen bilden Osteoklasten Resorptionskanäle in Richtung auf den Frakturspalt, wodurch die Osteone wieder die ursprüngliche Ausrichtung in der Längsachse des Knochens erhalten (SCHENK u. WILLENEGGER). Man nennt diese Art der Frakturheilung die primäre Knochenheilung; es bildet sich dabei kein Callus, sondern es findet eine direkte angiogene Ossifikation statt. Der Nachweis der Regeneration direkt aus den Havers'schen Kanälchen konnte geführt werden durch eine Versuchsanordnung mit zellundurchlässiger Abschirmung von Periost und Endost mittels einer Millipormembran (ALLGÖWER, MÜLLER, SCHENK u. WILLENEGGER). Die primäre Knochenheilung stellt die ökonomischere Form der Regeneration dar (ALLGÖWER), und die Voraussetzungen einer Restitutio ad integrum sind hier besonders günstig. Früher belastbar wird der Knochen durch die pp Knochenheilung jedoch nicht.

GEISER hält im Gegensatz zu der AO-Gruppe (AO= Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese) die pp Knochenheilung für unwahrscheinlich und eine primäre Callusbildung für notwendig.

2) Die konservative und die operative Frakturbehandlung;
Komplikationen: Die Behandlung einer Fraktur geschieht durch möglichst anatomische Reposition, anschließend ununterbrochene Ruhigstellung des gebrochenen Knochens bzw. der verletzten Extremität bis zur knöchernen Heilung (Retention) und durch aktive Bewegung aller nicht ruhig gestellten Gelenke (Reha-

bilitation). Die Reposition kann einzeitig manuell oder apparativ oder durch Extensionsbehandlung (=dynamische Reposition) geschehen. Der manuellen Reposition wird heute vor der apparativen der Vorzug gegeben (MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER); wegen der besseren Muskelentspannung wird die Reposition in Vollnarkose vorgenommen (SCHLOSSER).

Die aktive Bewegung aller nichtfixierten Gelenke sorgt für gute Durchblutung und verhindert Muskelatrophien; sie darf keine Schmerzen hervorrufen. An eingegipsten Extremitäten können isometrische Übungen durchgeführt werden (BÖHLER).

Die Retention kann erreicht werden durch äußere Fixation im Gips oder durch operative, innere Fixation des Knochens mit Nägeln, Schrauben, Druckplatten etc. Bei Beherrschung der Technik ist die konservative Behandlung in vielen Fällen eine gute und risikoarme Methode. Der Hauptnachteil der konservativen Behandlung sind die Bewegungseinschränkungen der eingegipsten Gelenke, die nicht immer voll reversibel sind.

Bei operativer Behandlung kann, falls eine übungsstabile Osteosynthese erreicht wurde, die verletzte Extremität sofort voll bewegt werden; Gelenksteifen und Muskelatrophien bleiben aus. Manchmal wird sogar eine belastungsstabile Osteosynthese erreicht. Gegen die operative Behandlung spricht die Infektionsgefahr: bei jeder primär geschlossenen Fraktur kann eine Osteomyelitis auftreten (bei konservativer Behandlung können Bohrdrahtinfektionen auftreten, die allerdings selten sind).

Die Indikationsstellung zur Operation ist weitgehend Temperamentssache. So behandelt BÖHLER im allgemeinen konservativ und operiert Brüche nur mit Diastase, z.B. Patellafrakturen, manche Gelenkbrüche mit starker Verdrehung von Gelenkteilen und mediale Schenkelhalsbrüche, sowie evtl. veraltete und schlecht geheilte Brüche. Das andere Extrem stellt die AO-Gruppe dar, die fast alle Frakturen operativ angeht. "Die Indikation zur Operativen Frakturbehandlung ist grundsätzlich dann gegeben, wenn die konservative Behandlung nicht zum Ziele führt oder mit höherem Risiko belastet ist."

(SCHLOSSER). Bei jeder Operationsindikation sind die technischen und personellen Voraussetzungen für erfolgreiches Operieren zu beachten: Beherrschung der Operationstechnik, richtiges Instrumentarium, funktionierende Asepsis. Die kürzere Krankenhaus-Liegedauer sollte die Indikation zur Operation eigentlich nicht beeinflussen..." sondern allein die Komplikationsrate, die Heilchance und die bei den einzelnen Verfahren zu erwartenden Dauerschäden sollten die Indikation zur konservativen oder operativen Frakturbehandlung richtunggebend beeinflussen." (SCHLOSSER)!

Bei Kindern und Jugendlichen werden die Frakturen weitgehend konservativ behandelt mit guten Ergebnissen. Operiert werden müssen konservativ nicht zu reponierende Gelenkbrüche und Epiphysenfrakturen (SCHLOSSER).

Bevor auf die Therapie der einzelnen Frakturen eingegangen wird, sollen noch die wichtigsten Komplikationen besprochen werden. An lokalen Komplikationen ist zu nennen die Budeck-Dystrophie, die klinisch und röntgenologisch in drei Stadien eingeteilt wird. Im akuten Stadium, das einige Wochen nach der Verletzung beginnt, fallen eine livide Rötung der Haut, mit Überwärmung, verstärkter Schweißsekretion und eine Schwellung auf, die durch ein subcutanes Ödem hervorgerufen wird. Die Muskeln werden zunehmend atonisch und atrophisch. Es besteht Ruheschmerz. Röntgenologisch imponiert eine feinfleckige Aufhellung der Spongiosa. Im Stadium 2, der chronischen Dystrophie, zwei bis vier Monate nach Beginn der Erkrankung, findet man eine livide, atrophische Glanzhaut, die sich jetzt kühl anfühlt, vermehrte Schweißsekretion, Gelenkversteifungen, Kontrakturen, Schmerzen, Röntgenologisch sieht man neben der feinfleckigen Entkalkung einen Spongiosaschwund und eine Vergrößerung der Knochenstrukturen. Durch subchondralen Spongiosaschwund erscheinen die Gelenklinien deutlich, wie mit einem Bleistift nachgezogen. Die Corticalis wird aufgesplittert und zeigt nebelhafte Aufhellungen. Im Stadium 3 der Erkrankung, der Endatrophie, welche im Gegensatz zu Stadium 1 und 2 irreversibel ist, und schon 10 Monate nach der Verletzung erreicht sein kann, atrophieren alle Gewebe und die entzündlichen Erscheinungen bilden sich zurück. Die Schmerzen gehen zurück,

die Bewegungseinschränkungen bleiben bestehen. Im Röntgenbild fällt die sehr weitmaschige Knochenstruktur und die Verminderung der Knochenmasse auf. Die röntgenologischen Zeichen hinken den klinischen jeweils einige Wochen hinterher. Als Ursache der Erkrankung kommen eine zu Durchblutungsstörungen führende vegetative Fehlregulation (Sudeck als psychosomatisches Syndrom) und falsche, weil schmerzhaft Behandlung in Frage. Die Behandlung des Sudeck-Syndroms besteht dementsprechend in der korrekten Frakturtherapie, wobei besonders Schmerzen und Angst vermieden werden müssen (LEMPF). Medikamentös wird Butazolidin zur Prophylaxe und Frühtherapie empfohlen. Bei stabiler Osteosynthese soll kein Sudeck-Syndrom mehr auftreten (ALLGÖWER, KÜNTSCHER).

Weitere lokale Komplikationen sind die verzögerte Konsolidierung und die Pseudarthrose. Von verzögerter Konsolidierung sprechen die einen Autoren, wenn eine Oberschenkelfraktur länger als 20 Wochen und eine Fraktur am Unterschenkel länger als 16 Wochen zur knöchernen Heilung braucht, während die anderen Autoren bei 20 Wochen für geschlossene und 30 Wochen für offene Frakturen die Grenze setzen. Bei der Pseudarthrosen- oder Falschgelenkbildung, die nach BÖHLER in 0,5 - 5% der Schaftfrakturen auftritt, bleibt eine knöcherne Vereinigung der Fragmente aus; der Bruchspalt wird durch mehr oder weniger straffes Bindegewebe überbrückt und die Markhöhle wird zum Bruchspalt hin durch eine knöcherne Schicht verschlossen. Klinisch besteht Beweglichkeit und evtl. Schmerz an der Bruchstelle. Für die verzögerte Konsolidierung und die Pseudarthrosen-Entstehung sind besonders mechanische Ursachen von Bedeutung, wie zu starker Zug, zu kurze oder unvollkommene Ruhigstellung, schlechte Fragmentstellung (Achsenknick) und Interposition von Weichteilen (KEIL).

Die intakte Fibula kann bei einer Tibiafraktur als Sperrknochen das Zusammenrücken der Fragmente verhindern und so zur Pseudarthrose führen. Ferner kommen Defektpseudarthrosen bei primärem Knochenverlust oder Knochenverlust durch Infektion vor. KOCH, NEUREUTHER und SCHLOSSER fanden experimentell, dass die Infektion einer Cerclage-Schlinge auch am nicht frakturierten Knochen meist zu Spontanfraktur und Pseudarthrose führt, obwohl ein

Infektionsnachweis aus dem Pseudarthrosenbereich dann nicht mehr gelang. Infektionen bei Marknagelung führten nicht zu Pseudarthrosen.

Die Therapie der verzögerten Konsolidierung besteht in konsequenter Ruhigstellung der Fraktur und aktiven Bewegungsübungen aller nichtfixierten Gelenke (BÖHLER). Bei der Pseudarthrose führt dies nicht immer zur Heilung. Häufig angewandte operative Methoden sind die Fibularesektion bei Tibiapseudarthrosen und die Marknagelung von Tibia oder Femur mit einem dicken Marknagel nach Aufbohren der Markhöhle. Das Bindegewebe muss dabei nicht aus dem Bruchspalt entfernt werden und die Knochenenden werden nicht angefrischt (KÜNTSCHER). Bei Tibiapseudarthrosen nach Osteomyelitis ist die Druckosteosynthese mit dem Fixateur externe und die Synostosenbildung zwischen Tibia und Fibula durch Spongiosa-Anlagerungen ober- und unterhalb der Pseudarthrose, evtl. mit Fixierung durch Schrauben empfehlenswert (REHN u. SCHRAMM). Schaftpseudarthrosen an Tibia und Femur können auch behandelt werden mit Beck'scher Bohrung, Resektion der sklerosierten Bruchenden nach White, Aufsplitterung nach Küntscher, Aufsägen nach Brandes, Resektion der Pseudarthrose und Druckosteosynthese, Knochen- und Spongiosaplastik nach Matti (KEIL). Diese Verfahren sind jedoch nicht sehr gebräuchlich.

Die Innenknöchelpseudarthrose, welche durch Zug des Lig. deltoideum und durch Interposition von Weichteilen entsteht, sollte auch in Form der straffen Pseudarthrose operiert werden, da sie sich beim Sport lockern kann (KÖNIG) und dann zu Unsicherheit beim Gehen, häufigem Umknicken und Schmerzen führen kann. PLAUE beschreibt gute Resultate mit der von BÖHLER empfohlenen Umkehrspanntechnik. Dabei wird ein 12 bis 15 mm breiter und 6 bis 8 cm langer Knochenspan, in dem die Pseudarthrose enthalten ist, aus der distalen Tibia und dem Innenknöchel entnommen, und um 180 Grad gedreht wieder eingesetzt. Zusätzliche Fixierung ist nur nötig, wenn gleichzeitig eine Stellungskorrektur am Innenknöchel vorgenommen wurde. Als Osteosynthesematerial kommen Cerclagen, Schrauben und gekreuzte Bohrdrähte in Frage; besonders günstig ist die Zuggurtung.

Wundheilungsstörungen können auftreten bei primär offener (früher "komplizierter") Fraktur und bei operativer Versor-

gung von geschlossenen Frakturen. Sie reichen von der Wundrandnekrose über die Stichkanalinfektion und die subkutane und subfasciale Infektion bis hin zur traumatischen Osteomyelitis. Diese kann mehr schleichend mit entzündlichen Reizerscheinungen, ähnlich wie beim Sudeck-Syndrom, oder als septisches Krankheitsbild mit massivem Lokalbefund: monströs geschwollenes Bein, sulzig aussehende, schlecht durchblutete Weichteile, starke Spannung der Haut, Schmerzen und hochfieberhafte Temperaturen, auftreten. Röntgenologisch sieht man Resorptionszonen um die Metallimplantate und eine Zerstörung der Knochenstruktur (fleckige, verwaschene Zeichnung), evtl. Sequester.

Die Behandlung der Infektionen ist oft langwierig. Das Bein muß ruhiggestellt und hochgelagert werden. Bei frischer Wundentzündung ohne Eiterung genügen diese Maßnahmen (BÖHLER), bei zusätzlicher Eiterung muß dem Eiter Abfluß verschafft werden durch Incision und Drainage, bei Knocheninfektionen wird im Dauerzug eingerichtet, die Eiterhöhlen werden am anatomisch tiefsten Punkt drainiert. Später kann im gefensternten Gips ruhiggestellt werden. Nach knöcherner Vereinigung der Fragmente erfolgt Sequestrotomie, wenn noch Fisteln bestehen. Ausmuldung, d.h. operative Umgestaltung von Fistelgängen zu breiten Mulden, soll zur Sanierung führen. (BÖHLER). BUCHNER empfiehlt eine zusätzliche Spongiosapломbe. Lokale Wundbehandlung mit antiseptischen Mitteln hält BÖHLER für unnötig, er findet nur Heißluft, da sie aktive Hyperämie erzeuge, nützlich. Auf die Verwendung von Antibiotika wird später noch eingegangen. Metallimplantate läßt man liegen, solange sie noch festsitzen (MAATZ u. REICH), eine Ausnahme hiervon machen die Cerclagen, die bei Auftreten eines Infektes frühzeitig entfernt werden sollen.

Offene Frakturen werden nach MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLEN-EGGER behandelt durch Wundrand-Excision, sorgfältige Entfernung aller zerstörten Gewebe, Entfernung von Fremdkörpern durch Spülung mit Ringerlösung und Absaugen. Lose Knochensplitter werden mit Äther und Ringerlösung gewaschen und in eine Penicillinlösung (100 000 E/ 10 ccm) gelegt. Wenn nötig, wird der Knochen abgebürstet oder mit dem Meißel gesäubert. Diese ganze Wundrevision findet in Blutsperre statt. Nur frische, rote Wunden dürfen nach Ausschneidung genäht werden. Als zweiter Akt findet die Versorgung der Fraktur statt. Es sollen nur frische, nicht stark verschmutzte offene Frakturen operiert werden (MAATZ u. REICH, MÜLLER et al.). Die Operation muß notfallmäßig innerhalb der ersten 8 - 10 St. nach Verletzung durchgeführt werden; ist diese Frist verpaßt, so muß die Wundheilung abgewartet werden. "Die Osteosynthese stellt nach der Wundversorgung eine neue Operation dar. Sie erfordert ein neues Instrumentarium, neue Schürze und Handschuhe ... und frisches Abdecken" (MÜLLER et al.).

In der Nachbehandlung offener Frakturen sind steile Hochlagerung und eine U-Gipsschiene wichtig. Bewegungsübungen werden 3-4 Tage nach Abschluß einer eventuell durchzuführenden Antibiotika-Therapie begonnen.

Zur Frage der Antibiotika-Anwendung seien hier die Prinzipien der AO-Gruppe angeführt(MÜLLER et al.):während der Operation wird etwa alle 30 Minuten mit Ringerlösung gespült, der Neomycin und Bacitracin (1 Ampulle Nebacetin pro Liter Lösung) beigegeben sind. Prophylaktische Anwendung von Antibiotika gibt es nur bei Osteosynthesefällen, bei denen die Operationsdauer über zwei Stunden beträgt. Ansonsten wird die Anwendung von Antibiotika auf manifeste Infektionen beschränkt. Liegt noch kein Antibiogramm vor, so wird zunächst 40 Millionen Einheiten Penicillin und 1 Gramm Streptomycin pro Tag als Infusion gegeben. Bei dreitägiger Wirkungslosigkeit wird auf 2 g Tetracyclin pro Tag übergegangen. Chloramphenicol und Erythromycin bleiben durch diese Therapie in der Reserve, und die Entwicklung resistenter Keime wird auf ein Minimum beschränkt.

Die örtliche Anwendung von Antibiotika in Form der"antibakteriellen Spüldrainage" nach Willenegger und Roth hat sich bei infizierten Osteosynthesen bewährt. Hierbei werden im Antibiogramm wirksame Mittel durch kontinuierliche Dauertropfinstillation an den Ort der Infektion gebracht und die Flüssigkeit durch ein zweites Drain wieder abgesaugt. Die Wirkung besteht auf mechanischer Reinigung und bakteriostatischer Oberflächenbehandlung. Bei starker Infektion kann eine offene Spüldrainage angewandt werden. Sobald das Stadium der blanden Oberflächeninfektion erreicht ist, wird die Spüldrainage abgebaut: zunächst wird nur noch mit physiologischer Kochsalzlösung, dann nur noch intermittierend gespült. Nach Metallentfernung muß wieder die komplette Saug- und Spüldrainage mit Antibiotikum durchgeführt werden.(MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER).

Eine lokale Komplikation, die nur bei Osteosynthesen vorkommt, ist die Metallose.Man sieht, besonders bei jungen Patienten,feine Aufhellungshöfe und Periostauflage-

rungen am Metallimplantat, welche als aseptische Entzündungsreaktion der umgebenden Weichteile gedeutet werden. Die Metallose kommt bei stabiler Osteosynthese vor und ist progredient bis zur Metallentfernung. Sie ist eine Folge der Korrosion und ist histologisch gekennzeichnet durch Imprägnation des Gewebes und Minderung der Zellvitalität durch Zerfallsprodukte des Metalls. Die Metallose durch rostfreien Stahl wird vom menschlichen Organismus gut überwunden (MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER); daher werden von der AO heute mechanisch, chemisch und elektolytisch polierte Implantate aus V₄A -Stahl zur Osteosynthese benutzt.

Eine lokale Spätkomplikation nach in schlechter Stellung verheilter Fraktur stellt die Arthrosis deformans dar. Arthrotische Beschwerden des oberen und unteren Sprunggelenkes treten auf nach stärkerem Achsenknick am Unterschenkel und nach nicht reponierten größeren Gelenkstufen, die zur Fehlbelastung und damit zu frühzeitiger Abnutzung des Gelenkknorpels führen. Klinisch ist die Arthrosis deformans gekennzeichnet durch starke Schmerzen, Bewegungseinschränkung, Weichteilschwellungen, Cyanose, trophische Störungen und Muskelatrophien. Für die Arthrosis deformans typische Röntgenzeichen gibt es nicht, jedoch sprechen Verschmälerung des Gelenkspaltes und Randzackenbildung bei entsprechender klinischer Symptomatik für diese Erkrankung. Eine Therapie ist möglich : 1) durch Krankengymnastik und orthopädische Hilfsmittel, 2) durch Osteotomien, welche die Fehlstellungen beseitigen und dadurch Fehlbelastung und Fußdeformierung stoppen (HEIPERTZ). Osteotomien sind nur sinnvoll bei noch gut erhaltenem Gelenkspalt. 3) Durch Arthrodesen des betroffenen Gelenkes. Dadurch wird Schmerzfreiheit und eine bessere Statik erreicht (GRUJIC). Technisch kommen hauptsächlich Druckarthrodesen und Verriegelungsarthrodesen in Frage; Die Gelenkflächen werden dabei entknorpelt (F. KOCH).

Eine schwere Allgemeinkomplikation ist die posttraumatische Fettembolie, die bei offenen und geschlossenen Ober- und Unterschenkelfrakturen in 1,7 % der Fälle auftritt (GERGEN).

Die Fettembolie gewinnt wachsende Bedeutung als Todesursache nach Unfällen (RÖDING); die Mortalität beträgt 5,6 % bei geschlossenen Ober- und Unterschenkelfrakturen und 16,6 % bei offenen Ober- und Unterschenkelfrakturen. Die Klinik der F.E. des kleinen Kreislaufs ist gekennzeichnet durch Cyanose, Dyspnoe, Tachypnoe, Beklemmungsgefühl im Thorax, Husten mit schaumigem ev. blutigem Sputum und fein-fleckige Verscattungen über allen Lungenabschnitten. Die F.E. des großen Kreislaufs tritt nach der F.E. der Lunge oder auch isoliert auf. Hier sind frühzeitig EEG-Veränderungen sichtbar (WEHNER u. MORGENSTERN); es treten Bewußtseinsstörungen, psychische Erregungszustände, zentrale Krämpfe, Hyperpyrexie und Tachykardie auf. Petechiale Blutungen, entstanden durch Verbrauchskoagulopathie, Augenhintergrundsveränderungen, der Fettnachweis im Urin und der Nachweis partikulärer Neutralfette im Venenblut sichern die Diagnose.

Die Pathogenese der F.E. ist noch nicht geklärt. Diskutiert wird die mechanische Theorie, die besagt, dass durch Erschütterungen Fetteinschwemmungen aus dem Knochenmark des verletzten Knochens in die Blutbahn stattfinden, die dann zu Gefäßverlegungen in Lunge, Hirn und Nieren führen. Das Auftreten einer klinisch relevanten F.E. ist an die Hypovolämie als Bedingung geknüpft. Die zweite Theorie besagt, dass normalerweise im Blut vorhandenes, emulgiertes Fett durch Entmischung frei wird (durch Lipase-Entgleisung, Destabilisierung wegen posttraumatischer Mikrozirkulationsstörungen oder Störungen der Lipoproteid-Lipase).

Die Therapie der F.E. besteht in Schockbehandlung, insbesondere Behandlung der Mikrozirkulations-Störungen mit Rheomakrodex oder ähnlichem, Beatmungsbehandlung, evtl. Hypothermiebehandlung, kohlenhydratreicher Ernährung und Normalisierung des Plasma-Albuminspiegels. Über die Verwendung von essentiellen Phospholipiden und Heparin in kleinen Dosen, sowie über die Trasylolbehandlung bestehen unterschiedliche Ansichten in der Literatur: DURST u. HELLER empfehlen Trasylol auch zur Prophylaxe der F.E., halten wenig von den essentiellen Phospholipiden und warnen vor Heparin, während RÖDING Phospholipide und Heparin empfiehlt. In der Praxis werden essentielle Phospholipide (Lipostabil bis 80 ml/

die) zur Therapie und Prophylaxe der F.E. viel verwendet.

Die Embolie: Thromboembolische Komplikationen nach einer Fraktur treten in 1,9 % der Fälle, nach multiplen Frakturen in 4,5% der Fälle auf; die Mortalität beträgt rund 35 % (WELLER, DOST u. BRÜCK). Die meisten Embolien wurden in der 2. u. 3. Woche nach dem Unfall gefunden. Pathogenetisch kommen gesteigerte Koagulabilität, Blutstromverlangsamung durch Ruhigstellung und Gefäßwandschädigung in Zusammenhang mit dem Unfall-Ereignis in Frage. Besonders gefährdet sind Frauen, Alte, Patienten mit Oberschenkel- und Schenkelhalsfrakturen sowie Patienten mit Mehrfachfrakturen (WELLER et al.). Die Therapie der Thrombose besteht in Anticoagulation mit Heparin und Cumarin-Derivaten; die Thrombose-Prophylaxe in der frühzeitigen, aktiven Bewegungstherapie und elastischen Verbänden. Bei gefährdeten Patienten kann einige Tage nach dem Unfall mit einer Anticoagulantien-Prophylaxe begonnen werden.

Weitere allgemeine Komplikationen, die in der Folge einer Fraktur zu tödlichem Ausgang führen können, sind die Pneumonie und die Sepsis, ausgehend von einer Knocheneiterung.

3) Die Behandlung der Oberschenkel- und Patella-Frakturen: Oberschenkelbrüche sind heute selten beim Skilauf; wir fassen uns daher kurz bei der Beschreibung der Behandlung. Schenkelhalsbrüche: Der mediale Adduktionsbruch des Schenkelhalses entsteht durch Fall auf die Hüfte bei 50 - 60 Grad Außenrotation und bei gestrecktem Hüft- und Kniegelenk. Häufige Komplikationen sind die Hüftkopfnekrose, da das Fragment von der Blutversorgung abgeschnitten ist, die Pseudarthrosenbildung, da wegen der steilverlaufenden Frakturlinie bei Belastung Scherkräfte an der Fraktur auftreten, und Allgemeinkomplikationen wie hypostatische Pneumonie und Uroinfekte bei langer Bettlägerigkeit. Die Therapie ist daher i.a. operativ; der Hüftkopf gewinnt so schneller Anschluß an die Gefäßversorgung vom distalen Fragment aus, durch stabile Osteosynthese wird die Pseudarthrosengefahr reduziert und die Bettlägerigkeit der Patienten wird verkürzt. Möglich sind die geschlossene Nagelung mit dem 3-Lamellen-Nagel nach Smith-Peterson, dem Sven Johannsen-Nagel, dem Böhler-

Schenkelhalsnagel und dem Nagel nach Laing (MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER). Die A.O. empfiehlt die offene Nagelung mit dem im Profil U-förmigen A.O.-Schenkelhalsnagel. Die Operation soll möglichst am Unfalltag stattfinden. Nach offener Reposition und provisorischer Fixation mit 2 Kirschnerdrähten wird der Nagel knapp über dem Adam'schen Bogen eingeschlagen, die Fragmente werden zusammengestaucht und anschließend die Platte an der Lateralseite des Oberschenkels verschraubt. Am 6. Tag können die Patienten sitzen, nach 14 Tagen ohne Belastung gehen. Belastet werden darf erst nach ca. 12 Wochen. Bei harter Spongiosa (bei Kindern und Jugendlichen) empfehlen MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER die Verschraubung mit Spongiosaschrauben.

An konservativen Behandlungsmöglichkeiten nennt BÖHLER die Extensionsbehandlung, wobei der Steinmann-Nagel oberhalb der Oberschenkel-Kondylen eingeschlagen wird. Das Bein wird abduziert und innenrotiert gelagert; anfangs sind häufige Röntgenkontrollen erforderlich. Das Zuggewicht beträgt $\frac{1}{10}$ - $\frac{1}{7}$ des Körpergewichts. Die Behandlung mit dem großen Brust-Becken-Beingips nach Whitmann dauert 6 Monate. Der Gips wiegt ca. 10 kg. Die Extensionsbehandlung und die Behandlung mit dem monströsen Gips sind nicht üblich. Bei Operationsunfähigkeit in Neurolept-Analgesie oder Lokalanästhesie wird lediglich eine Lagerungsbehandlung durchgeführt.

Die eingekeilte mediale Abduktions- oder Valgusfraktur des Schenkelhalses wird bei guter Stellung konservativ behandelt mit 10 wöchiger Entlastung und Gehübungen nach 14 Tagen. Es wird weder Gips noch Extension angelegt (BÖHLER, SCHLOSSER). Wegen der flachverlaufenden Frakturlinie ist die Pseudarthrosegefahr geringer als bei der Adduktionsfraktur.

Bei der lateralen Schenkelhalsfraktur, die im Gegensatz zur medialen extraarticular ist, ist die Gefahr der Kopfnekrose geringer. Die Therapie ist dieselbe wie bei der medialen Fraktur mit Fehlstellung.

Die Behandlung einer Hüftkopfnekrose erfolgt durch lange Entlastung (ca. 1 - 2 Jahre) im Stützapparat oder mit Gips-hose (BÖHLER). Evtl. wird man das Hüftgelenk versteifen oder eine Moore-Endoprothese einsetzen.

Per- und subtrochantere Oberschenkelfrakturen: BÖHLER empfiehlt bei pertrochanteren Frakturen die Extensionsbehandlung. Nach 3 Wochen wird statt des am Knochen angreifenden Zuges ein Zinkleimverband angelegt und der Zug auf Ober- und Unterschenkel verteilt. Bei Versagen der Extensionsbehandlung wird genagelt. KLOSE u. JANIK empfehlen ebenfalls die konservative Behandlung der pertrochanteren Fraktur, während nach WANKE et al. konservative und operative Behandlung möglich sind. Die meisten Autoren empfehlen die Operation. Als Osteosynthese-Material werden verwendet: der Rundnagel nach Lezius, der gebogen ist mit zum Trochanter major zeigender Konvexität (WAHL), ein Schenkelhalsnagel mit Oberschenkel-Lasche (SPIER, WANKE et al.), der Y - Nagel (KÜNTSCHER), der Winkelnagel, welcher eine Kombination eines 3-Lamellen-nagels nach Böhler mit einer 4-Lochplatte im Winkel von 130 Grad darstellt, mit Palacos (SCHEUBA) oder die 130 Grad A.O. Winkelplatte, bei der die Klinge am Adamschen Bogen entlang bis 1 cm vor dem Gelenkknorpel des Hüftkopfes eingeschlagen wird und die Platte mit Spongiosa-Zugschrauben befestigt wird (MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER).

Bei subtrochanteren Oberschenkelfrakturen kann nach SCHEUBA konservativ behandelt werden mit Dauerextension. Die operative Behandlung ist jedoch gängiger. Isolierte subtrochantere Quer- und Schrägfrakturen können mit geschlossener Marknagelung evtl. in Kombination mit Cerclagen, versorgt werden. KÜNTSCHER empfiehlt den konischen Trochanternagel; SCHEUBA sowie SPIER empfehlen die A.O. Kondylenplatte (95 Grad). Ist das Trochantermassiv mit frakturiert, so ist die Schenkelhalsnagelung mit langer Lasche günstig. Ausserdem kommen der Winkelnagel (SCHEUBA, SCHLOSSER) und die A.O.-Winkelplatte (130 Grad) evtl. in Kombination mit autologer Spongiosaplastik in Frage (BERNETT, HIPPE). Bei Trümmerfrakturen kann eine Druckplatten-Osteosynthese durchgeführt werden, bei der 2 Spongiosaschrauben in den Schenkelhals gehen (SCHLOSSER).

Oberschenkelchaftbrüche: Die Oberschenkelchaftbrüche können konservativ behandelt werden nach BÖHLER: Das Bein wird auf eine Braun'sche Schiene gelagert, durch die Tubero-

sitas Tibiae ein Nagelstreckverband angelegt und mit $\frac{1}{7}$ des Körpergewichts extendiert. Bei Brüchen der oberen Oberschenkelhälfte wird nach 4 Wochen der Nagel entfernt und ein Zinkleimverband angelegt; der Zug wird gleichmäßig auf Ober- und Unterschenkel verteilt. Bei Frakturen der unteren Hälfte wird nach 4 Wochen ein neuer Nagel oberhalb der Oberschenkelknochen gelegt, da bei länger dauerndem Zug über das Kniegelenk eine Lockerung des Kapsel-Bandapparates eintritt. Bei den rekurvierten Brüchen im distalen Drittel muß die Braun'sche Schiene mit dem Knick unter die Fraktur zu stehen kommen. Wegen der Neigung zu Varusfehlstellung wird das Bein abduziert. Verschiebungen bis $\frac{1}{2}$ Schaftbreite werden nicht korrigiert. Die Extensionsbehandlung dauert ca. 8-10 Wochen; volle Belastung ist i. a. in der 12. Woche möglich. Gipsbehandlung nach anfänglicher Extension ist möglich, wird aber wegen der Schwerfälligkeit des Beckenbeingipses bei Erwachsenen nicht viel geübt. Bei Kleinkindern wird mit Heftpflasterextension gearbeitet; nach Reposition und wenn keine Abrutschgefahr mehr besteht, können sie im Beckenbeingips weiterbehandelt werden. Die konservative Extensionsbehandlung wird i. a. bei Jugendlichen angewandt. Die Behandlungsdauer beträgt nach BÖHLER 240 Tage; davon werden durchschnittlich 72 Tage im Extensions- oder Gipsverband zugebracht. Rund 10% der Verletzten erhalten Dauerrenten.

Von den operativen Methoden ist an erster Stelle die Marknagelung mit Aufbohren der Markhöhle zu nennen. Allgemein anerkannt ist die Indikation zur Marknagelung bei Querbrüchen, kurzen Dreh- und Schrägbrüchen im mittleren Schaftdrittel, wobei KÜNTSCHER dringend die geschlossene Nagelung empfiehlt. Auch bei Trümmerfrakturen im mittleren Drittel wird gerne die Marknagelung angewandt (KÜNTSCHER; SALEM u. SCHÜRER-WALDHEIM; MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER; TSCHERNE u. SZYSKOWITZ), wobei die beiden letzten Autorengruppen jedoch mit Cerclagen kombinieren. HERZOG nagelt auch Frakturen im proximalen Drittel. Als relative Indikation für die Marknagelung nennen MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER Femurfrakturen im 2. und 5. Sech-

stel; meist kombinieren sie hier mit einer Druckplatte.

SALEM u. SCHÜRER-WALDHEIM über 91% gute Resultate bei geschlossener Marknagelung von Oberschenkelbrüchen nach KÜNTSCHER. Mäßige Resultate kamen in 8%, schlechte in 1% vor. Es traten 2% Wundheilungsstörungen auf. Pseudarthrosen, Nagelbruch oder Nagelwanderung ins Sprunggelenk kamen nicht vor.

Außer der Marknagelung ist am Oberschenkel die Druckplattenosteosynthese mit zwei sekrecht zueinander stehenden Druckplatten möglich. Die Platten werden lateral und ventral angelegt und gleichzeitig gespannt; man muß mindestens 8-Lochplatten verwenden.(MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER).

Supra- und diakondyläre Oberschenkelfrakturen: Suprakondyläre Frakturen müssen bei Kindern reponiert und im Beckengips fixiert werden, während beim Erwachsenen mit Extension gearbeitet wird (MARBERGER). BERNETT u. HIPPE raten zur Extension durch den Femur oder zur gleichzeitigen Extensions- und Gipsbehandlung im gepolsterten Beckenspreizgips für 10-12 Wochen.

KÜNTSCHER hält suprakondyläre Frakturen ohne Kondylen sprengung für sehr nagelgeeignet. Der Nagel wirkt jedoch nur als Bolzen und zusätzliche äussere Fixation ist nötig. Der suprakondyläre T- oder Y-Bruch ist nach KÜNTSCHER für die gewöhnliche Nagelung nicht geeignet, da die Kondylen durch den Nagel auseinander gedrängt werden. Er hilft sich in solchen Fällen mit einem zusätzlichen Querdraht, der mit der Nagelspitze verbunden wird. HERZOG nagelt ebenfalls suprakondyläre Frakturen, gestattet aber wegen mangelnder Stabilität in den ersten drei bis 4 Wochen keine aktiven Bewegungsübungen. Bei suprakondylären Quer- oder Schrägfrakturen rät HELLMER zur Reposition in Narkose, Anlegen eines Drahtzuges durch die Tuberositas tibiae und durch den Calcaneus und anschließende Pinnung mit zwei Rushpins. Die A.O.-Gruppe legt bei suprakondylären Frakturen 95 Grad A.O.- Winkelplatten an, bei Schrägfrakturen verwendet sie evtl. zusätzlich Schrauben. Die Klinge kommt genau parallel zur Gelenklinie zu liegen und

ihre Lage wird mit einem Kirschnerdraht vorherbestimmt.

Die **Kondylenfrakturen** sind im allgemeinen Gelenkfrakturen mit blutigem Erguß im Kniegelenk. BÖHLER verzichtet jedoch auf die Punktion des Hämarthros. Er extendiert 8 Wochen, wobei nach der dritten Woche ein neuer Nagel oberhalb des Kniegelenks durch die Kondylenfragmente geschlagen wird. Evtl. werden die beiden Kondylen mit Pelotten von der Seite her zusammengepreßt. Isolierte Brüche eines Kondylus werden reponiert (durch Valgisierung beim medialen und Varisierung beim lateralen Kondylus) und mit einer Gipschülse vom Hüft- bis Sprunggelenk versorgt. Nach einer Woche wird ein Gehgips angelegt; die Gipsfixation dauert 6 - 8 Wochen. Falls sich die Kondylen nicht konservativ einrichten lassen, empfiehlt BÖHLER operative Reposition und Retention mit 2 - 3 Nägeln mit zusätzlicher Gipsbehandlung. EHALT empfiehlt beim Versagen konservativer Behandlung die Fixation mit dem Doppelgewindedraht oder A.O.-Schrauben bei bikondylären Brüchen; bei monokondylären Brüchen kann ein kleines Fragment auch mit Draht fixiert werden. Bei Versagen der konservativen Methode, d.h. bestehenbleibenden Gelenkstufen, verschrauben BERNETT u. HIPF monokondyläre Frakturen mit der Spongiosaschraube, während sie bei bikondylären Frakturen die A.O.-Kondylenplatte verwenden. Bei Trümmerfrakturen wird zunächst die Gelenkfläche der Kondylen rekonstruiert, dann die Plattenklinge angebracht und die restlichen Fragmente durch die Druckplatte fixiert. Hier ist oft zusätzlich eine Spongiosaplastik nötig. MÜLLER ALLGÖWER u. WILLENEGGER fixieren transkondyläre Frakturen provisorisch mit 1 - 2 Spongiosaschrauben und schlagen dann die Kondylenplatte ein. Postoperativ darf nach 24 Stunden bewegt werden, die Belastung erfolgt nach 8 - 16 Wochen.

Patellafrakturen ohne Verschiebung und ohne Zerreißung des Reservestreckapparates werden konservativ behandelt mit Kniepunktion und anschließendem Kompressionsverband bei Lagerung auf Volkmann'scher Schiene. Der Unterschenkel ist um 30 Grad eleviert. Läuft der blutige Gelenkerguß nicht mehr nach, so wird eine Gipschülse in Streckstellung des Knies für einen Monat angelegt (SCHLOSSER; MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER). Operative Fixation durch eine A.O.-Spongiosa-

schraube ist möglich, aber nicht nötig.

Bei Verletzung des Reservestreckapparates wird zunächst genau so vorgegangen. Wenn der Erguß nicht mehr nachläuft und die Hautverhältnisse gut sind, wird die Streckfunktion operativ wiederhergestellt und die Gelenkfläche dabei stufenlos reponiert. Man kann die Fragmente durch eine einfache Cerclage in der Frontalebene oder durch Cerclage durch 2 Bohrlöcher (KLOSE u. JANIK) oder am besten durch Zuggurtung (MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER) zusammenhalten. Die Zuggurtung geht durch den vorderen Teil des Äquators der Patella, sodass auf die Frakturlinie nur Druck ausgeübt wird. Bei Mehrfragment-Frakturen wird mit Spickdrähten kombiniert. Eine zusätzliche Gipsfixation ist nicht nötig. Bei starker Zertrümmerung der Patella, wenn eine stufenfreie Rekonstruktion der Gelenkfläche nicht möglich ist, wird patellektomiert und die Quadriceps-Sehne mit dem Lig.patellae vernäht. Postoperativ wird eine Gipshülse angelegt. Evtl. ist auch eine Teilextirpation der Patella mit Zuggurtung des Patellarestes angebracht. Eine Verklebung der Patella mit den Femurkondylen wird durch Übungsbehandlung verhindert.

4) Die Behandlung von Tibiakopf-Frakturen: Das Ziel der Behandlung stellt nach BÖHLER ein standfestes Bein ohne Achsenabweichungen mit möglichst großer Beweglichkeit dar. Auf begleitende Bandverletzungen ist besonders zu achten (bei Fraktur der lateralen Konsole ist das mediale Kollateralband gefährdet). Die Therapie von Tibiakopffrakturen besteht nach BÖHLER in der Kniegelenkspunktion; Extension und Gipshülse in Streckstellung des Kniegelenks werden nach Einrichten der Fraktur am 1. oder 2. Tag angelegt. Bei Impressionsfrakturen mit mittelgroßem Randfragment empfiehlt er die offene Reposition. RUF rät zu 8-10 -wöchiger Extensionsbehandlung und findet den Gips schlecht, da er frühzeitige Bewegung verhindert. Er will die Operations-Indikation immer mehr einschränken: erst nach 2-3 wöchiger, vergeblicher Extensionsbehandlung, besonders bei Spalt- und Trümmerbrüchen, soll operiert werden.

Nun muß aber bei diesen Gelenkfrakturen eine möglichst anatomische Reposition gefordert werden: KUSS u. FELDER konnten zeigen, daß die Häufigkeit der Arthrosis deformans bei Tibiakopffrakturen im Grunde nicht mit dem Grad der unfallbedingten Dislokation, sondern mit dem Dislokationsgrad nach Reposition korreliert. Diese Forderung läßt sich aber in vielen Fällen, besonders bei Impressionsfrakturen, nur durch operative Reposition, Ausfüllen der Spongiosadefekte mit autoplastischer Spongiosa und Fixation durch Metall erreichen. PFAEHLER fand, daß je schwerer eine Tibiakopffraktur ist, desto mehr die operative Behandlung der konservativen überlegen ist..

Zur Fixation werden viele Artikel empfohlen, die den Tibiakopf in seitlicher Richtung zusammenpressen; hierzu gehört die Doppelgewindeschraube nach Andreessen-Danis, die Spongiosafederschraube nach Maatz und der Doppelgewindebolzen nach Schürch u. Ackermann. Für Spaltbrüche empfiehlt MARWEGE auch die Cerclage. Vom A.O.-Instrumentarium sind besonders Spongiosaschrauben mit Unterlegscheiben und die 95 Grad-Winkelplatte geeignet; diese kann von lateral oder von medial her angelegt werden. Interessante Perspektiven eröffnet die Möglichkeit, zerstörten Gelenkknorpel durch eine Knochen-Knorpelplastik aus homoioplastischem Material zu ersetzen (PROFITOS).

5) Behandlung und Ergebnisse bei Spiralfrakturen am Unterschenkel:

Die konservative Behandlung der Unterschenkelspiralfraktur besteht nach BÖHLER i.a. in der Extension mittels Fersenbeinnagel und Lagerung auf Braun'scher Schiene für 3 - 4 Wochen. Das Extensionsgewicht soll zur Vermeidung von Distraktion und Pseudarthrose 3 kg nicht überschreiten. Der Vorfuß muß im Zinkleimverband aufgehängt werden. Die aktive Bewegung der Zehen und Anspannungsübungen der Oberschenkelmuskulatur setzen sofort ein. Anschließend wird ein Oberschenkel-Gehgips angelegt; das Bein darf sofort im Gips belastet werden. In der 1. Woche soll der Verletzte täglich 1 km gehen und jede Woche um 1 km steigern. Ausserdem soll das Bein täglich mehrmals

bis zur Waagrechten angehoben werden. Bereits ab der 4. Woche sind die Verletzten wieder arbeitsfähig. (BÖHLER). Der Oberschenkel - Gehgips bleibt bis zur knöchernen Heilung, ca. 10 Wochen nach Verletzung, liegen. Nach Gipsabnahme wird ein Unterschenkel-Zinkleimverband angelegt, welcher bis zum Abklingen der posttraumatischen Schwellungsneigung immer wieder erneuert wird. Forcierte Übungsbehandlung nach Gipsabnahme fördert die Beweglichkeit der Gelenke und trainiert die Muskulatur. Die gesamte Behandlung dauert bei jungen Leuten ca. 3 Monate, bei älteren Leuten und schweren Frakturen 4 - 6 Monate. Bei Kindern ist die ganze Behandlung kürzer (unter 6 Jahren 4-5 Wochen, 6 - 14 Jahre 6 Wochen Ruhigstellung). Die isolierten Tibiaspiralfrakturen der Jugendlichen können bei fehlender Verschiebung schon 2 - 3 Tage nach dem Unfall mit einem Gehgips versehen werden; Brüche mit Verkürzung müssen im Schraubenzug-Apparat eingerichtet werden, da hier eine Subluxations-Stellung des distalen tibiofibularen Gelenks besteht. Fibulaosteotomien, die bei der verkürzten Tibiaspiralfraktur des Erwachsenen oft erforderlich werden (POIGENFÜRST), sind wegen der schnellen Heilung bei Kindern und Jugendlichen nie nötig (BÖHLER). Die Rekurvations- und Varusfehlstellung läßt sich durch Überkorrektur im nassen Gips beseitigen (BAUMGARTNER, MARBERGER).

LECHNER, BERNETT u. HIPP bezeichnen die konservative Therapie der Unterschenkelspiralfraktur als die klassische Methode, die bei konsequenter Anwendung zu hervorragenden Ergebnissen führt, während die operative Osteosynthese mit 1 - 5 % Infektionsgefahr behaftet ist. Sie empfehlen apparative Reposition und anschließende Gipsbehandlung mit gleichzeitiger Extension in den ersten 3 Wochen. Röntgenkontrollen sind alle 3 Tage erforderlich. Mit der Belastung kann frühestens in der 6. Woche begonnen werden.

Bei der isolierten Tibiaspiralfraktur der Kinder und Jugendlichen empfiehlt EHALT 6-wöchige Behandlung im Oberschenkel-Liegegips, anschließend im Gehgips, falls keine Achsenknickung auftritt. Bei primärem Ach-

senknick soll mit Fersenbeinextension gearbeitet werden, bei später auftretendem Achsenknick soll die Fibulaosteotomie durchgeführt werden. Nach WEBER ist bei der isolierten Tibiaspiralfraktur Erwachsener, im Gegensatz zu der bei Kindern, die Ruptur der ventralen Syndesmose möglich, werde jedoch meist übersehen.

MERLE D'AUBIGNE empfiehlt für Spiralfrakturen mit mehr als 3 Fragmenten und für dislozierte Spiralfrakturen die konservative Behandlung, während er bei der einfachen Spiralfraktur die Verschraubung für günstig hält.

Die Behandlung mit Cerclagen war vor allem in den 50 iger Jahren verbreitet. Die beste Indikation stellten lange Spiralfrakturen ohne Drehkeil dar (GEISER). KESSLER beschreibt die Operationstechnik bei der festen, subperiostalen Drahtringnaht: Operiert wurde am 7. - 9. Tag und ohne Blutleere. Das Bruchhämatom wurde nur soweit entfernt, als es die Übersicht störte. Kleine lose Knochensplitter wurden entfernt. Nach fester Anspannung des Drahtes wurde die Extension abgebaut. Es wurden keine Drainagen verwendet. Postoperativ wurde ein geplasterter Unterschenkelgips für 3 Wochen angelegt. Anschließend wurden die Fäden gezogen und ein Gehgips angelegt; die weitere Nachbehandlung war ähnlich wie bei konservativer Behandlung. Die Drähte wurden durchaus nicht immer entfernt, sondern nur wenn sie Beschwerden verursachten. Von 1947 ab wurden alle Patienten, die nicht die Operation verweigerten oder jünger als 15 Jahre alt waren, mit Cerclagen behandelt. Die lockere, extraperiostale Cerclage wird abgelehnt; sie fördere höchstens die Wundstörung und Infektion.

Diese Schilderung zeigt, dass die Operationstechnik sich stark gewandelt hat in den letzten 25 Jahren (z.B. Operationstermin, Blutleere, Frage der Entfernung von Knochensplittern und der Drainage); es hat sich nicht nur die Art der Retention geändert! Zum anderen fällt auf, dass auf eine äußere Fixation durch Gipsverband nicht verzichtet werden kann, da die Osteosynthese nicht so stabil ist. Die Dauer der Gipsbehandlung entspricht ungefähr der bei konservativer Therapie. Die Cerclage vereinigt al-

so die Nachteile der konservativen mit denen der operativen Behandlung.

BLUM findet bei den Cerclagen nach Kirschner-Demel und besonders bei den Falz-Cerclagen gute Ergebnisse; die Frühoperation wird für günstig gehalten. DEBRUNNER bezeichnet ausgebrochene Drehkeile als Kontraindikation für eine Drahtnaht, weil sie oft zirkulationsgestört sind und zu Komplikationen führen können. Auch angerissene Keile sind oft schlechter durchblutet; die allgemeine Osteoporose hinkt in ihnen nach und vielfach werden sie erst durch ihr röntgendichteres Verhalten nach einigen Wochen entdeckt. Die Frakturheilung ist hier gefährdet durch die schlechtere Durchblutung und durch die cerclagebedingte Periostschädigung. Bei einfachen Spiralfrakturen ohne 3. Fragment stellt nach DEBRUNNER die Cerclage eine brauchbare Methode dar. P. MÜLLER berichtet über 42 Fälle von Cerclagen, die oft nach erfolglosen konservativen Versuchen angelegt wurden. Ein Vergleich mit Ergebnissen aus der konservativen Epoche ergab längere Behandlungsdauer und Arbeitsunfähigkeit und mehr Komplikationen bei kürzerem Krankenhausaufenthalt. GEISER kritisiert die Cerclagebehandlung der Torsionsfrakturen: sie prädestiniere zu verzögerter Heilung. Er lässt als Indikation nur schwer reponierbare Spiralfrakturen mit langen Bruchflächen (über 5 cm) und ohne ausgesprengte Fragmente gelten.

Die Cerclagebehandlung der Unterschenkel-Spiralfrakturen wurde durch die Verschraubung mit A.O.-Zugschrauben verdrängt. CORRODI berichtet darüber: Die Sofort-Operation wird angestrebt, ebenso die Frühbewegung des verletzten Beines 24 Stunden nach Operation, d.h. gipsfreie Nachbehandlung in den ersten 10 Tagen. Dann erfolgt Entlassung aus stationärer Behandlung mit Plexidon-Verband bis zum Knie für 10 Wochen. Torsionsfrakturen dürfen nach 6 Wochen, Drehkeilfrakturen nach 8 Wochen langsam belastet werden.

Die Verschraubung ist geeignet für Unterschenkel-Torsionsfrakturen mit und ohne 3. Fragment, wenn die Bruchlinie mindestens doppelt so lang ist wie der Schaft breit. Das Prinzip der Zugschraube beruht nach MÜLLER, ALLGÖWER u.

WILLENEGGER darauf, dass die erste Corticalis weiter aufgebohrt wird als die zweite, dem anderen Fragment angehörig. In dieser sitzt das Schraubengewinde fest und beim Anziehen der Schraube wird die zweite Corticalis, d.h. das zweite Fragment gegen das Widerlager des Schraubenkopfes herangezogen. Durch diese Zug-Osteosynthese ist der Bruchspalt nach der Operation oft nur noch schwach sichtbar! Bei Torsionsfrakturen sollen 2 - 4 Schrauben verwendet werden, und zwar möglichst gegeneinander versetzt. Bei der Anordnung der Schrauben ist zu beachten, dass eine Schraube senkrecht zum Schaft stehen soll, während die anderen Schrauben in einem mittleren Winkel zwischen der Senkrechten auf dem Schaft und der Senkrechten auf der Frakturlinie stehen sollen. (ALLGÖWER). Bei Drehkeilfrakturen soll mindestens 1 Schraube die beiden Hauptfragmente verbinden.

Der Nachteil der Verschraubung liegt darin, dass der lädierte Knochen als Kraftträger benutzt wird. Trotz übungstabiler Osteosynthese, die i.a. erreicht wird, wird meist nicht auf eine äußere Fixation durch Plexidon oder auf einen entlastenden Gehapparat (nach Wundheilung) verzichtet. Die Schrauben werden nach 6 - 12 Monaten entfernt.

Aus der Verschraubung wurde die A.O.-Verplattung entwickelt. Hier wird erstens Druck auf den Frakturspalt ausgeübt durch den Plattenspanner, der in axialer Richtung temporär angelegt wird und zweitens ist der gleiche Mechanismus wirksam wie bei der Osteosynthese mit einzelnen Zugschrauben, wodurch der Druck auf den Frakturspalt noch erhöht wird. (Er beträgt nach MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER 30 bis 60 kg.) Hinzu kommt im Vergleich zur Einzelschrauben-Methode noch die innere Schienung durch die Platte. Platten und Schrauben können gut kombiniert werden. Indikationen für die Druckplatten-Osteosynthese sind kurze Spiralfrakturen, wobei alle den Frakturspalt überquerenden Schrauben Kompressionsschrauben sein sollen, und die Mehrfragment-Frakturen. An der proximalen Tibia sind 2 Platten günstig. Die Nachbehandlung besteht in Hochlagerung auf Schaumgummischiene und Bewegungsübungen 24 Std. nach Operation. Belastungsbeginn ist bei kurzen Spiral-

frakturen nach 3 - 6 Wochen, bei Splitterbrüchen nach 8 - 12 Wochen.

KÜNTSCHER empfiehlt die geschlossene Marknagelung von Unterschenkel-drehbrüchen als Mittel der Wahl, falls es sich nicht um Trümmerfrakturen oder gelenknahe Frakturen handelt. Die Infektionsgefahr sei gering bei dieser Methode, da keine Freilegung des Frakturgebiets erfolge. Offene Frakturen sollen erst nach Wundheilung genagelt werden. Schon 8 Tage nach der Operation könne das Bein belastet werden.

Der KÜNTSCHER-Nagel hat ein kleeblatt-förmiges Profil; durch seine Querelastizität verklemmt er sich fest in beiden Bruchstücken. Durch Aufbohren der Markhöhle und Verwendung eines möglichst dicken Nagels wird die Kontaktstrecke zwischen Nagel und Corticalis verlängert und damit eine kraftschlüssige Verankerung erzielt. KÜNTSCHER und MAATZ weisen darauf hin, dass das Verhältnis Nageldicke zu Dicke der Markhöhle für die Nagelfähigkeit einer Fraktur entscheidend ist und stellen daraus folgend die Indikationen auf: Bruchlokalisationen, bei denen die Differenz zwischen Markraumdicke und Nageldicke kleiner oder gleich Corticalisdicke ist, sind geeignet. Sie empfehlen die Nagelung auch bei Frakturen des proximalen und distalen Tibiadrittels; unter Miteinbeziehung des Spreiznagels und des Drehspreiznagels, die heute nicht mehr verwendet werden, wird die Grenze der Nagelfähigkeit bei Tibiaquer-, Tibiaschräg- und -Spiralfrakturen bis an die Tibiaenden verschoben. Diese weite Indikationsstellung zur Nagelung kann heute nicht mehr vertreten werden, da mindestens eine übungsstabile Osteosynthese gefordert werden muß. KÜNTSCHER und MAATZ empfehlen schon 1945 die Frühoperation. Drehfehler lassen sich durch einen genügend dicken Nagel vermeiden. Achsenfehlstellungen können sich ergeben durch Schränkung des Nagels beim Einschlagen (BÖTTGER); am Unterschenkel tritt auf diese Weise vor allem eine Rekurvation auf. Dieser Fehler läßt sich vermeiden durch Überkorrektur und Fixation im Extensionsgerät vor der Nagelung, durch flachen Einschlagwinkel und durch Verwendung

von dicken Nägeln. Ein Nagelbruch tritt nur auf, wenn die Fragmente nicht vereinigt sind und der Knochen nicht in zunehmendem Maße die Belastung anstelle des Nagels wieder übernimmt (REHM u. KEBING).

Der Rohrschlitznagel nach HERZOG ist ein längs- und querstarres Rohr, das im oberen Anteil gekrümmt ist, damit es sich der Compacta besser anlegt. Die Markhöhle wird wie bei KÜNTSCHER aufgebohrt. Durch Schlitzte können Kirschner-Drähte ausgeklinkt werden (dadurch wird das Implantat der Form der Markhöhle angepaßt), welche die Rotationsstabilität erhöhen. Die Grenze der Nagelfähigkeit wird dadurch ins unterste Sechstel verschoben (HERZOG). Sofortige aktive Bewegung ist möglich, da der Marknagel den hauptsächlich auf Biegung beanspruchten Knochen gut stabilisiert.

Der von M.E.MÜLLER entwickelte A.O.-Nagel ist längs- und querelastisch bei einem herzförmigen Querschnitt. Er ist ziemlich dünn und oben ca. 5 cm lang geschlossen, um die nötige Stabilität zum Ein- und Ausschlagen zu gewährleisten; anschließend hat er einen Längsschlitz wie der Herzognagel. Am unteren Ende können Ausklinkdrähte angebracht werden. Die Markhöhle wird aufgebohrt.

Bei frischen Frakturen mit guten Hautverhältnissen kann nach MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER innerhalb von 8 Stunden offen genagelt werden, während bei nicht ganz einwandfreien Hautverhältnissen und nach der 8-Stundenfrist geschlossen genagelt wird. SCHNEIDER betont, dass der Marknagel bei schlechten Hautverhältnissen im Frakturgebiet die einzige Möglichkeit zur sofortigen Osteosynthese darstellt. Er stellt die Indikation zur Marknagelung bei Quer- Schräg- und Torsionsbrüchen der distalen Tibiahälfte, wenn die Bruchfläch^e kürzer ist als die doppelte Schaftbreite. MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER nennen demgegenüber geschlossene und frische offene Quer-, kurze Schräg- und Spiralfrakturen im mittleren Drittel als gute Indikationen. Relative Indikationen sind dieselben Bruchformen im 5. Tibias^echstel bei Kombination mit 2 Ausklinkdrähten; postoperativ ist hier evtl. eine doppelte U-Gipsschiene

für 3 Wochen nötig. In der Nachbehandlung wird höchstens bei weitgehend querer Frakturlinie auf äussere Fixation und Gehapparat verzichtet.

Die Behandlungsergebnisse bei Unterschenkel-Spiralfrakturen: Dem Vergleich statistischen Zahlenmaterials soll ein Hinweis auf die begrenzte Aussagekraft desselben vorausgeschickt werden. Zwei Populationen, die verglichen werden sollen, müssen lauter gleiche Eigenschaften aufweisen bis auf die beiden, die einander gegenüber gestellt werden sollen (DEBRUNNER). Diese Forderung ließe sich erfüllen durch alternierende Reihen: wenn z.B. jeder 2. Patient eines großen Kollektivs mit einfachen Tibiaspiralfrakturen im mittleren Drittel nach Schema A behandelt würde, der andere jeweils nach Schema B. Durch die Verwendung einer großen Zahl von Patienten gleichen sich zufällige Unterschiede aus und die signifikanten Unterschiede treten hervor. Da in der medizinischen Statistik i.a. nicht von experimentellen Anordnungen ausgegangen wird, sondern schon abgeschlossene Behandlungen nachträglich verglichen werden sollen, ist das Material sehr uneinheitlich. Gliedert man es soweit auf, dass man vergleichbare Gruppen erhält, so sind diese zu klein, um signifikante Aussagen zu gestatten (DEBRUNNER). Dieses Dilemma trifft auch für unsere eigene Statistik zu.

Eine zentrale Auswertung der Behandlungsergebnisse anhand eines standardisierten Nachkontrollblattes, wie es z.Zt. nur von der A.O. verwirklicht wird, wäre wünschenswert. Die Nachkontrollen müssen jeweils zum gleichen Zeitpunkt nach Verletzung stattfinden (z.B. nach 4 Monaten, 1 Jahr und 5 Jahren).

Aus Tabelle 4 auf Seite 62/63 können wir die Behandlungsergebnisse der Torsionsfrakturen am Unterschenkel entnehmen. Wir sehen, dass die konservative Behandlung gute Resultate liefert (BAUMGARTNER). Die besten Endresultate hinsichtlich der Renten Häufigkeit und der Häufigkeit einer völligen funktionellen und anatomischen Wiederherstellung liefern die Verschraubung und Verplattung. Die Infektionsgefahr ist gering; die Heilung dauert relativ lang bei diesen Methoden, was jedoch zugunsten eines

guten Spätresultates in Kauf genommen werden kann. Bei CORRODI's Zugschrauben-Serie traten relativ viele Komplikationen (Refrakturen, Pseudarthrosen) auf, was dann auch zur Einengung der Indikation zugunsten der Druckplatte führte. Die Raten völliger Wiederherstellung liegen bei den Cerclagen im Schnitt deutlich unter denen bei Schraubenbehandlung (bei ähnlicher Indikationsstellung). Die Häufigkeit einer Restitutio ad integrum geht mit der Häufigkeit der primären Knochenheilung parallel.

6) Behandlung und deren Ergebnisse bei den übrigen Unterschenkel-Frakturen: Die konservative Behandlung stark verschobener Unterschenkel-Quer- und Trümmerbrüche erfolgt nach BÖHLER durch Einrichten im Schraubenzugapparat und anschließende simultane Dauerzug- und Gipsbehandlung. Nach 8 - 10 Tagen kann bei Querbrüchen, wo die Gefahr des Abrutschens gering und die Gefahr der Pseudarthrose groß ist, ein Gehgips angelegt werden. Bei starker Verschiebung und Splitterung wird der Gehgips erst nach 3 bis 5 Wochen angelegt, während Brüche mit geringer Verschiebung und Schwellung schon ab 2. Tag mit Gehgips behandelt werden können. Biegebrüche werden wie Spiralbrüche mit Extension behandelt. Bei Quer- und Biegebrüchen im mittleren Drittel wird nach Abnahme des ersten Gipsverbandes eine Unterschenkel-Gipshülse angelegt; bei Frakturen im oberen Drittel geht die Gipshülse bis zur Mitte des Oberschenkels. Isolierte Tibiafrakturen mit Verkürzung werden beim Erwachsenen durch Fibula-Osteotomie und Gips für 2 Monate behandelt. Isolierte Fibula-Frakturen werden 4 Wochen lang in einer Unterschenkel-Gipshülse ruhig gestellt.

Offene Unterschenkelbrüche werden nach BÖHLER nach Wundversorgung im Schraubenzugapparat eingerichtet, mit Extension und gespaltenem, gefensterter Oberschenkelgips versehen. Infizierte Unterschenkelbrüche werden nicht mehr gründlich ausgeschnitten, nur zerrissenes Gewebe und Fremdkörper werden entfernt. Die Reposition erfolgt durch Dauerextension.

Von operativ eingestellten Chirurgen wird bei Quer- und kurzen Schrägfrakturen im mittleren Drittel allgemein

AUTOR	BEHANDLUNG	K.H.	GIPS	BEH.D.	A.U.	INF.	
BAUMGARTNER 1959, 500 F.	Kons.	29 T.	52 T.			0%	
KESSLER 1952, 105 F.	Cerclage Geschl.Fr.	60 T.			♂ 119T. ♀ 140T.	0%	
BLUM 1956, 223 F.	Cercl.Kir- sehner-De.	66 T.	85 T.	260 T.	168T.		
BLUM 1956, 34F.	Falzcercla- ge	48T.	84T.	205T.	146T.		
DEBRUNNER 1961, 21F.	Cerclage Einf.Sp.Fr.					0%	
P. MÜLLER 1959, 42 F.	Cerclage Geschl.Fr.	48 T.		239T.	167 T.	0%	
P. MÜLLER 20 F.	Kons.	58 T.		158T.	133 T.	0%	
CORRODI 1963, 113 F.	Zugschraube					1,7%	
MÜLLER, ALL- GÖWER u.WIL- LENEGGER * 1963, 83 F.	Zugschraube					0%	
MÜLLER, ALLGÖ- WER u.WILLEN- EGGER, 1963 76 F. *	Druck- platte					1,3%	
KESSLER 1959-60	Alle op. Verfahren (Schraube und Platte)						
SEGMÜLLER 1961-62	Alle op. Verfahren (haupts. Platte) 2/3 d.F. Mehrfr. u. Drehkeilfr.						

Die Zahlen wurden teilweise auf ganze Zahlen auf- und abgerundet.

* Es handelt sich hier nicht ausschließlich um Torsionsfr.

Tabelle 4 (S. 62 u. 63): Behandlungsergebnisse der Unterschenkel-torsionsfrakturen

VERZ. H.	PSEUD.A.	SONST.KO.	REST.Ad I	KL.D.SCH.	RE.	PP
üb.20 W.	1%	0,6% Lung. Infarkt		32,5%	0%	
	0%	3,8% Lu.In. 4,7%Dr.Spr.	83,8%		2,2%	
					16,1%	
					3%	
üb.20 W.						
9%			42,8%			
9,5%	7,1%	9,5% Dr.Besch. 2,4% Thromb.	47,6%		7,1%	
0%	5%			20%	25%	
üb. 4 M.		7% Refrakt.				
26,5%	7%	1,7% SUDECK	86%	13%	0,8%	33%
üb. 16 W.						
19,3%			95%	5%	0%	60%
üb.16 W.						
33,3%			93,3%	6,7%	0%	61%
			70%	26,3%	3,7%	
			93,6%	5,8%	0,6%	61%

Zeichenerklärung: K.H.=stationäre Behandlungsdauer; Beh.D.= Behandlungsdauer; A.U. Arbeitsunfähigkeit; Inf.= Infektionsrate; Verz. H.= Verzögerte Heilung; Pseud.A.= Pseudarthrosen; Sonst.Ko.= sonstige Komplikationen; Rest. ad I.= Restitutio ad integrum; Kl.D.Sch.= kleine Dauerschäden; PP= Primäre Knochenheilung; Lu.In.= Lungeninfarkt; Dr.Spr.= Drahtsprennung; Dr.Besch.= Drahtbeschwerden; Thromb.= tiefe Thrombophlebitis; T.= Tage; W.= Wochen; M.= Monate

die Marknagelung angewandt. Nach K.H. MÜLLER sind auch Frakturen im mittleren Drittel mit Biegungskeil zur Nagelung geeignet, wenn 50 % der Bruchfläche zur Deckung gebracht werden kann. Bei ^ESementfrakturen empfiehlt er die offene Nagelung. SCHNEIDER empfiehlt die Nagelung für Quer- und Schrägfrakturen der distalen Tibiahälfte, bei denen die Bruchflächen kürzer als doppelte Schaftbreite sind, ebenso für Mehrfragmentbrüche zur Sicherung der Länge und Achse; eine zusätzliche äußere Fixierung ist hier nötig. MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER empfehlen die Marknagelung bei kurzen Frakturen des mittleren Tibiadrittels; sie stellen eine relative Indikation bei kurzen Frakturen im 5. Sechstel (Kombination mit Ausklinikdrähten) sowie bei Mehrfragment-Frakturen der Tibia, besonders wenn die beiden Hauptfragmente keine gemeinsame Frakturfläche aufweisen. Hier wird mit Cerclagen oder mit der Radiusplatte kombiniert. Cerclagen werden schon nach 6 - 12 Wochen wieder entfernt; Belastungsbeginn erfolgt nach 10 - 20 Wochen. KÜNTSCHER empfiehlt die geschlossene Nagelung auch bei Trümmerfrakturen, und zwar in Form der "Detension" (Entspannung): durch das obere und untere Ende des Marknagels wird je 1 Bolzen in Querrichtung getrieben.

Eine weitere, selten angewandte Behandlungsmöglichkeit stellt die Bündelnagelung nach HACKETHAL dar. GELEHRTER empfiehlt diese Methode bei Quer- und Drehbrüchen mit Seitenverschiebung über $\frac{1}{3}$ Schaftbreite, mit Ausnahme von Frakturen des proximalen Viertels. Es handelt sich um eine Markraum-Schienung durch statische Wegverlegung und dynamische Verklemmung, wobei die Wegverlegung eine Querverschiebung und Biegung, und die Verklemmung eine Distraction, Stauchung oder Drehung verhindern soll. Verwendet werden 2 mm dicke, vorgebogene und gerade Drähte verschiedener Länge. Die Nagelung wird geschlossen durchgeführt. Gute Indikationen stellen Einspalt-Brüche der Tibia dar in einer Zone, die ungefähr dem mittleren Drittel entspricht. (Die Wahrscheinlichkeit einer stabilen Osteosynthese liegt hier über 90 bzw. 80 %.) Der Erfinder der Methode rät zur Bündelnagelung bis weit ins dis-

tale Drittel, wo die Stabilität sehr fraglich wird. Obwohl die Form und Anordnung der Nägel gut an die der Markhöhle angepaßt ist, muß selbst bei Frakturen im mittleren Drittel wegen mangelnder Stabilität postoperativ ein Oberschenkelgips angelegt werden.

Eine gute und häufig gebrauchte Methode stellt die A.O.-Druckplatten-Osteosynthese dar. Sie wird von der A.O. für alle kurzen Tibia-Frakturen empfohlen. Bei Querfrakturen sollen breite Platten verwendet werden, bei Frakturen an der proximalen Tibia evt. 2 Platten. Auch für Mehrfragment und Splitterbrüche ist die Verplattung geeignet; hier soll erst nach 8 - 12 Wochen mit der Belastung begonnen werden. Nach GELEHRTER sind Brüche aller Schaftabschnitte und der Metaphysen mit Ausnahme der Querfraktur im mittleren Drittel Indikationen für Druckplatten-Osteosynthesen.

Die Behandlungsergebnisse der Unterschenkelschaft-Frakturen: Bei geschlossenen Frakturen liefert die Behandlung mit Marknagel und lockerer Cerclage schlechte Resultate (Infektionsrate 11,5 %, Pseudarthrosenhäufigkeit 21 %, Häufigkeit von Achsenknicken 20 %; diese Zahlen liegen alle wesentlich höher als bei konservativer Behandlung (JAHNA u. SCHARITZER). In KRÜSLs Statistik ist die Marknagelung geschlossener Unterschenkelschaft-Frakturen mit einer Infektionsrate von 8 % und einer Amputationshäufigkeit von 1 % belastet. 9 % der Patienten erhielten Dauerrente. Bei KEILs Nagelfällen (geschhl. U'schenkelschaftfrakturen) erhielt kein einziger Patient Dauerrente, während nach Extensionsbehandlung gehäuft Dauerrentenfälle auftraten (11,3 % Dauerrenten). Auch hinsichtlich der Behandlungsdauer lagen die primären Nagelfälle mit 168 Tagen gegenüber 140 Tagen bei Gipsbehandlung, 201 T. bei Extensionsbehandlung und 262 T. bei Cerclagen gut. Die vorwiegend konservative Behandlung BÖHLERs zeichnet sich durch eine sehr niedrige Komplikationsrate (0,5 % verzögerte Heilung, 0,1 % Pseudarthrosen, 0,2 % Amputationen) und gute Endresultate aus (6 % Dauerrenten).

Die folgenden Zahlen betreffen jeweils ein gemischtes Krankengut mit offenen und geschlossenen Frakturen. Die Angaben über das Endresultat schwanken hier von 86 % nor-

maler Funktion bei konservativer Behandlung (HOLDSWORTH) bis 15 % folgenlose Heilung bei konservativer und operativer Behandlung (KARNBAUM). Dazwischen liegt noch die Angabe FREESES von 48 % Restitutio ad integrum bei konservativer Behandlung. Die Rentenhäufigkeit, besonders bei Verwendung operativer Methoden, ist auffällig (34 % Renten bei den operativen Fällen BLUM s, rund 50 % Renten bei BLUMs Nagelfällen). Unter den Dauerschäden fällt die große Häufigkeit der Achsenknicke bei der konservativen Behandlung DEBRUNNERS auf (30 % bei Gips, 41 % bei Extension). Bei DEBRUNNER lieferte die Cerclage-Behandlung 76 % gute Resultate, die Gips- und Extensions-Behandlung je 84 %. Faßt man jedoch gute und befriedigende Resultate zusammen, so überwiegt die Cerclage-Behandlung mit 91 % die konservativen Behandlungsarten (je 84 %). Die ausgesprochen schlechten Resultate finden sich jedoch gehäuft bei Cerclage-Behandlung. Bei BLUM s Fällen fällt das schlechte Abschneiden der Marknagelung auf. Die Methode ist mit 21,5 % Pseudarthrosen, 3 % Amputationen und ca. 50 % Renten behaftet. Nagelperforationen ins Sprunggelenk kamen in 1%, Refrakturen in 4,3 % der Fälle vor. Bei KARNBAUM sind Pseudarthrosen bei den operativen Fällen nicht häufiger als bei den konservativen; Bewegungseingeschränkte Sprunggelenke traten häufiger bei konservativer, versteifte dagegen häufiger bei operativer Behandlung auf. Zur Ehrenrettung der operativen Methoden muß hier gesagt werden, dass die offenen Frakturen häufiger operiert wurden als die geschlossenen und daß bei primär konservativer Behandlung häufig operative Eingriffe notwendig wurden. (Die offenen Frakturen wurden in 72 % primär konservativ behandelt; in 14 % war hier eine sekundäre Operation nötig. Bei den geschlossenen Frakturen wurden 79 % primär konservativ behandelt und 5 % mussten sekundär operiert werden.)

Bei den offenen Frakturen schneidet BÖHLERS vorwiegend konservative Behandlung hinsichtlich der Infektionen (5,5% schwere Infektionen), Pseudarthrosen (0%) und Dauerrenten (14 %) am besten ab. Bei ZRUBECKY war die Komplikationsrate bei konservativer und operativer Behandlung ungefähr gleich. In 9 % der Fälle mußte amputiert werden; Pseudarthrosen

traten nur in 0,5% der Fälle auf. KRÖSLs Marknagelung ist durch 40 % Infektionen, 2 % Pseudarthrosen und 1% Amputationen belastet. Bei JAHNA und SCHARITZER sind sowohl bei konservativer als auch bei operativer Behandlung der offenen Frakturen mit Marknagel und lockerer Cerclage Infektionen, Pseudarthrosen, Achsenknicke und Verkürzungen sehr häufig, besonders aber bei den operativen Methoden (56 bzw. 62 % Infektionen, 16 bzw. 40 % Pseudarthrosen, 14 bzw. 22 % Achsenknick und 9,5 bzw. 35 % Verkürzungen bei konservativer bzw. operativen Methoden).

Die schlechten Ergebnisse bei der Marknagelung von Unterschenkelchaftfrakturen erklären sich daraus, daß die Zahlen aus der Anfangszeit dieser Methode stammen und daß die Indikationen nicht bekannt sind, da es sich oft um Zusammenfassungen aus Versicherungsakten handelt. Wir vermuten die Ursache dieser schlechten Ergebnisse in falscher Indikationsstellung und schlechter Operationstechnik und wollen sie nicht der Methode an sich zur Last legen. Die A.O.-Methoden, die schon bei den Behandlungsergebnissen der Unterschenkel-torsionsfrakturen aufgeführt sind, sind so überzeugend gut in ihren Ergebnissen, dass sie den häufigen Gebrauch rechtfertigen. Bei mangelhafter technischer und personeller Ausstattung einer Klinik ist die konservative Behandlung sicher oft empfehlenswert.

7) Die Behandlung der distalen Unterschenkel- und Tibia-Frakturen der Skiläufer: Der Oberschuhrand-Querbruch, der sich anatomisch in der Metaphyse lokalisiert, reicht nach JOHNER meist nicht bis ins OSG (= Oberes Sprunggelenk) und hat bei konservativer Behandlung eine gute Prognose. Er empfiehlt Gipsbehandlung bei querverlaufender Frakturlinie und Extensionsbehandlung bei abrutschgefährdeten Frakturen; von der Operation rät er ab. EHALT läßt extraarticuläre Querbrüche früh belasten, während er Dreh- und Biegungsbrüche mit Extension behandelt. Diese dürfen nach 4 Wochen belastet werden, bei Gelenkbeteiligung nach 8 Wochen. LECHNER, BERNETT u. HIPPE raten bei supra-malleolären Querfrakturen gleichfalls zu konservativer Behandlung. Bei Biegungskeilen soll der zur Reposition verwendete Extensionsdraht wenigstens noch 4 Wochen liegen-

bleiben. Bei operativem Vorgehen halten sie die A.O.-Methoden und die Nagelung nach HERZOG, kombiniert mit Ausklinkdrähten, für geeignet. Den Rushpin lehnen sie ab. WELLER u. VALIC weisen darauf hin, dass es sich bei den supramalleolären Tibiafrakturen bei Kindern und Jugendlichen um Grünholz-Frakturen mit subperiostaler Trümmerzone handelt. Die Impression der spongiösen, mit einer dünnen Compacta versehenen Bruchfläche führt zu Achsenfehlstellung. Nach Reposition entsteht an der Stelle der Trümmerzone, meist vorne und seitlich, ein Defekt. WELLER u. VALIC raten daher zum Eingipsen in Spitzfußstellung sowie zum Eingipsen eines durch den Calcaneus geschlagenen Kirschnerdrahtes. Auch eine Transfixations-Behandlung sei günstig.

Bei Stauchungsfrakturen mit Gelenkbeteiligung raten LECHNER et al. nur zur Gipsbehandlung, wenn keine Dislokation besteht. Bei dislozierten vorderen oder hinteren Keilen, zentraler Impression und ausgedehnten Trümmerbrüchen der vorderen Tibiahälfte wird im Repositionsgerät reponiert, anschließend 6 - 8 Wochen Dauerzug ausgeübt und dann gegipst. Operative Maßnahmen sind erforderlich, sobald die beschriebene Methode versagt. Nach HELLMER müssen die supramalleolären Abscher- und Trümmerbrüche fast immer operiert werden.

Die distalen, intraarticulären Tibiafrakturen werden in 3 Schwere-Grade eingeteilt (SCHOLZE u. KRÜGER, RÜEDI et al.): 1) isolierte vordere und hintere Tibiakantenabsprengungen und Innenknöchelabrisse; keine Gelenkstufenbildung, keine grobe Dislokation der Fragmente. Der Periostrmantel ist meist unversehrt. - 2) Mehrfragmentfrakturen ohne große Trümmerzonen - 3) meist mehrere Stufenbildungen im Gelenk und Trümmerzonen im Bereich des Pilon tibial.

Nach MAURER u. LECHNER werden außer gering dislozierten Brüchen, bei denen keine Gelenkimpressionen bestehen, auch schwere Trümmerbrüche mit vielen kleinen Gelenkfragmenten, die operativ nicht ideal zu reponieren und retinieren sind, konservativ behandelt durch Extension oder Gips und frühzeitige funktionelle Behandlung. Nach LECHNER sind in diesen Gruppen die Behandlungsergebnisse gleich gut wie bei operativer Behandlung.

Demgegenüber stellt für RÜEDI et al. Schweregrad 2 und 3 eine absolute Operationsindikation dar. Die von der A.O. entwickelte Operationstechnik ist praktisch konkurrenzlos (MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER; RÜEDI et al., HEIM): Sie besteht 1) in Fibula-Rekonstruktion. Meist handelt es sich um einfache Quer- oder Schrägfrakturen, die durch intramedulläre Schienung oder durch eine Drittelrohrplatte und Kleinfragmentschrauben versorgt werden können. Durch die Fibularekonstruktion wird die Reposition der Tibia wesentlich erleichtert. - 2) In Rekonstruktion der Tibiagelenkfläche; provisorische Fixation mit Kirschnerdrähten. Einfache Fissuren können gleich mit Spongiosaschrauben versehen werden. - 3) Unterfütterung mit autologer Spongiosa - und 4) Medialer Abstützung der Tibia durch eine Spezialdruckplatte (Löffelplatte, kleeblattförmige Platte). In diese werden distal Kleinfragmentschrauben, proximal normale Corticalis-Schrauben eingesetzt. Die Operation dauert auch in geübten Händen über 2 Stunden. Postoperativ wird das Bein in einer U-Gipsschiene hochgelagert bis zur Wundheilung. Dorsalflexions-Bewegungen sind ab 1. Tag erlaubt. Äussere Fixation im Plexidonverband ist oft nötig. Nach 6 Wochen wird ein Gehapparat angepaßt; Vor der 16. Woche darf nicht belastet werden.

Bei den Behandlungsergebnissen von Pilon-Tibialfrakturen besteht eine Korrelation zwischen der Güte der Reposition und dem Endresultat (RÜEDI et al., CADALBERT et al.). Der Krankenhausaufenthalt betrug bei RÜEDI et al. durchschnittlich 19,7 Tage. Nach durchschnittlich 21,8 Wochen waren die Patienten wieder voll arbeitsfähig. In 73,7 % der Fälle wurden gute Resultate erreicht, in 37 % sogar eine Restitutio ad integrum. CADALBERT hatte über 70 % gute Resultate bei vorwiegend operativer Behandlung. Bei konservativer Behandlung sollen gute Ergebnisse in 43 - 55 % der Fälle erreicht werden. Von RÜEDI s Patienten konnten 90 % die gleiche Arbeit ausüben wie zuvor, 70 % trieben wieder Sport. Je 1/3 der Fälle hatte Bewegungseinschränkungen des OSG oder USG. Wundheilungsstörungen waren in 11,9 % aufgetreten, Zweiteingriffe wegen

Spätkomplikationen waren ebenfalls in 11,9 % nötig. Insgesamt liefert die operative Behandlung also gute Resultate bei beachtlicher Komplikationsrate.

8) Die Knöchelbrüche: Einteilung, Behandlung, Ergebnisse

Die Einteilung der Knöchelbrüche wurde von LAUGE-HANSEN nach genetischen Gesichtspunkten vorgenommen. Durch klinische Studien und experimentelle Fraktur-Erzeugung fand er heraus, daß je nach Stellung des Fußes und Art der einwirkenden Kraft verschiedene Fraktur-Typen auftreten, welche durch die Art der Fibulafraktur charakterisiert sind. Bei Supination sind folgende Bewegungen kombiniert: Adduktion des Hinterfußes, Inversion der Fußspitze (d.h. Innenrotation des Fußes um die Unterschenkelachse) und Innenrotation des Fußes in sich, während bei Pronation eine Kombination von Abduktion des Hinterfußes, Eversion der Fußspitze (= Außenrotation des Fußes um die Unterschenkelachse) und Außenrotation des Fußes in sich vorliegt.

Die genetische Einteilung der Knöchelbrüche nach LAUGE - HANSEN:

Supinations - Adduktions - Fraktur

Stadium 1 : Zerreißen des lateralen Ligaments oder horizontaler Bruch des Außenknöchels (von der Spitze bis in Höhe des Gelenkspalts).

Stadium 2 : Zusätzlich Abscherung des Innenknöchels. Die Syndesmose bleibt immer intakt.

Die Supinations -Eversions -Fraktur

Stadium 1 : Riß des Lig. tibiofibulare anterius, evt. mit kleinem knöchernen Ausriß aus der Tibia

Stadium 2 : Zusätzlich Schrägfraktur der Fibula, ventral in Höhe des Gelenkspalts, nach dorsal ansteigend.

Stadium 3 : Abscherung eines hinteren Volkmann'schen Dreiecks und Talussubluxation

Stadium 4 : Horizontale Abrißfraktur des Innenknöchels. Das Lig. interosseum bleibt unverletzt.

Pronations-Abduktions-Fraktur

Stadium 1 : Querverlaufende Innenknöchelfraktur distal des Gelenkspalts

Stadium 2 : Abriß des Lig. tibiofibulare anterius (kleiner knöcherner Ausriß des tuberculum tibiae ant.),

Bruch der dorsalen Tibiakante durch Zug des Lig. tibiofibulare post.

Stadium 3: Schräger Querbruch der supramalleolären Fibula mit Biegungskeil.

Pronations- Eversionsfraktur

Stadium 1: Schrägverlaufende Innenknöchelfraktur

Stadium 2: Zusätzliche Ablösung des Lig. tibiofibulare ant. und Lig. interosseum

Stadium 3: Schräge, spiralverlaufende Fibulafraktur 7,5 oder mehr cm oberhalb der Knöchelspitze; Talussubluxation

Stadium 4: Abscherung eines Volkmann'schen Dreiecks.

Die genetische Einteilung ist wichtig für die konservative Behandlung der Knöchelbrüche; durch die hohen Geschwindigkeiten beim Skilauf wird sie jedoch teilweise gesprengt.

Für die operative Behandlung genügt die einfachere Einteilung der Luxationsfrakturen des OSG nach pathologisch-anatomischen Gesichtspunkten, wie sie WEBER vornimmt:

Bei Typ A liegt die Fibulafraktur distal der Syndesmose, die immer intakt ist. Bei Typ B liegt die Fibulafraktur auf Höhe der Syndesmose; diese ist in der Hälfte der Fäule verletzt. Bei Typ C liegt die Fibulafraktur oberhalb der Syndesmose, welche immer verletzt ist.

Typ A stellt eine Supinationsverletzung dar und entsteht durch überkreuzen der Skispitzen. Die Fibula-Läsion besteht in einem knöchernen Ausriß oder einem ligamentären Riß des fibularen Seitenbandes oder in einer Querfraktur in Höhe des Gelenkspaltes. Sie kann kombiniert sein mit einer queren oder sagittalen Innenknöchelfraktur und zusätzlich mit einem dorsalen Tibiakantenfragment. Das Lig. deltoideum ist unverletzt.

Typ B entsteht durch Außenrotation des ^pronierten Fußes und entspricht der Supinations-Eversions-Fraktur LAUGE-HANSENs. Die Fibulafraktur steigt von ventral distal in Höhe des Sprunggelenks spiralig zwischen den Syndesmosenbändern nach dorsal kranial an. Diese Verletzung kann kombiniert sein mit einem Riß des Lig. deltoideum oder einer Innenknöchelfraktur. Häufig kommt in letzter-

em Falle ein dorsales Tibiakantenfragment hinzu, welches lateral gelegen ist und dem Tuberculum tibiale post. entspricht. Die Syndesmose kann intakt sein; dann hängt das distale Außenknöchelfragment an der dorsalen, das proximale Fragment an der ventralen Syndesmose. Der Knöchel ist türflügelartig nach außen verdreht, gleichzeitig verkürzt und nach lateral-dorsal verschoben. Eine Sprengung der ventralen Syndesmose ist immer vorhanden, wenn ein dorsolaterales Kantenfragment vorliegt. Durch die dorsale Syndesmose bleibt das Kantenfragment mit dem Außenknöchel in Verbindung.

Typ C entsteht durch Außenrotation des Fußes bei Pronation der Talusrolle und durch eine gewisse Stauchung. Die Fibula ist schräg oder quer mit Bieungsfragment mehr oder weniger hoch über dem OSG gebrochen. Nur in seltenen Fällen bleibt die Fibula intakt. Am Innenknöchel kommen die Ruptur des Lig. deltoideum und eine quere Innenknöchelfraktur vor. Die Tibiahinterkante ist fast immer verletzt; das Hinterkanten-Fragment kann bis in den Innenknöchel reichen. Sowohl die dorsale als auch die ventrale Syndesmose ist insuffizient, wobei die dorsale Syndesmoseninsuffizienz als Abrißfraktur der dorsalen Tibiakante aufzufassen ist. Bei intakter Fibula (sog. isolierte Gabelsprengung) ist die Membrana interossea in ganzer Länge zerrissen.

Bei Frakturen vom Typ A und vom Typ B ohne Läsion medial treten Taluskanten-Schäden an der fibularen Kante, bei Typ B mit Läsion medial und bei Typ C auch an der tibialen Kante auf. Diese "flake fractures" sind Knorpelschuppen, welche durch das Anstemmen des Talus gegen die Knöchel abgeschält werden. Sie sind röntgenologisch nicht nachzuweisen und können zu erheblichen Beschwerden führen.

Die Prognose der Malleolar-Luxationsfrakturen verschlechtert sich von Typ A zu Typ C, da die funktionelle Einheit distale Fibula- Syndesmose- Tibiahinterkante in zunehmendem Maße gestört ist.

Die konservative Behandlung der Knöchelbrüche: MOCK rät,

die isolierte Außenknöchel-Schrägfraktur bei fehlender seitlicher Verschiebung nur 10-14 Tage im leichten Gips ruhigzustellen. Die Gefahr einer sekundären Gabelerweiterung und eines traumatischen Plattfußes bestehe nicht. BÖHLER richtet Knöchelbrüche mit starker Verschiebung sofort ein. Bei rechtwinklig gebeugtem Knie wird die Pro-nationsfraktur durch Adduktion eingerichtet. Bei seitlicher Subluxation muß die Knöchelgabel zusammengepreßt werden; beim Bruch beider Knöchel wird der ganze Fuß einwärts geschoben. Das Fersenbein soll in Mittelstellung zwischen Pro- und Supination stehen, der Vorfuß so weit proniert, daß die Metatarsale 1 und 5 den Boden berühren. Bei leichter Plantarflexion wird die Knöchelgabel nicht zu weit. Einrichten im Schraubenzugapparat kann nötig sein.

In der genannten Stellung wird ein gespaltener Unterschenkelgips angelegt ; nach 10 Tagen erfolgt Gehgipsbehandlung. Bei Brüchen ohne Verschiebung dauert die Gipsbehandlung 6 Wochen, bei einer Verschiebung von 2-3 mm 8 Wochen, bei einer Verschiebung von 5-10 mm 10- 12 Wochen und bei völligen Bandzerreißen und Verrenkungen 16 Wochen. Bei stark verschobenen Knöchelbrüchen werden später Einlagen nach Gipsabdruck verordnet.

Bei den Supinationsfrakturen wird zur Reposition mit einer Hand der Innenknöchel nach außen gedrückt und mit der anderen oberhalb der Fraktur gegengedrückt. Es wird ca. 10-12 Wochen im Gips ruhiggestellt.

Die Verrenkungsbrüche des Fußes nach dorsal werden im Schraubenzugapparat bei 15-20 kg eingerichtet: der Fuß wird dabei dorsalflektiert und die Ferse nach vorn gedrückt. Der Gips wird hier in Dorsalflexion angelegt . Zusätzlich wird 6 Wochen lang mit 6 kg extendiert. Dann wird ein Gehgips für 6 Wochen angelegt.

Die Verrenkungsbrüche des Fußes nach vorne werden nach BÖHLER genau umgekehrt behandelt: durch starke Plantarflexion wird das vordere Kantendreieck heruntergeholt. Der Gips wird hier in starker Plantarflexion angelegt. Die operative Behandlung frischer, geschlossener Knöchelbrüche hält er nur bei Verdrehung eines Fragmentes um 180 Grad oder bei Weichteil-Interposition für angebracht.

Offene Knöchelbrüche werden nach BÖHLER im gespaltenen,

gefensterten Gips ruhiggestellt, nachdem die Wunden versorgt wurden. Der Gips reicht evtl. bis Oberschenkelmitte; die Gehgipsbehandlung dauert 4-6 Monate.

Eine wesentliche Verbesserung der konservativen Behandlung brachte die genetische Reposition nach LAUGE-HANSEN. Hier wird zunächst die Stellung des Fußes und die Bewegung, welche zur Fraktur führte, imitiert und dann die umgekehrte Bewegung zur Reposition durchgeführt. Die Reposition erfolgt in Allgemeinnarkose.

Die Supinations-Adduktionsfraktur wird reponiert durch Ziehen nach unten und fibulawärts und Drehen in Pronationsstellung. Im Gips wird der Rückfuß in Abduktion gedrückt. Bei der Pronations-Abduktionsfraktur wird der Fuß nach distal und ventral gezogen, dann tibiawärts. Zuletzt wird proniert und invertiert und der Rückfuß im erhärtenden Gips adduziert. Bei der Supinations-Eversionsfraktur und der Pronations-Eversionsfraktur wird zunächst supiniert und evertiert und der Fuß dorsalwärts geführt (= Verschlimmerung der Dislokation). Die Repositionsbewegungen sind die gleichen wie bei der Pronations-Abduktionsfraktur. Die ligamentären Frakturen werden genauso reponiert und 4-6 Wochen im Gips ruhiggestellt.

Bei der Methode nach LAUGE-HANSEN werden 68,3% der dislozierten Knöchelbrüche reponiert und 11,8 % in der Stellung verbessert, während bei den vorher üblichen Methoden nur 11,5% reponiert und 30,9% in der Stellung verbessert werden konnten. Durch bessere Reposition werden aber auch die Endresultate verbessert. Nach genetischer Reposition waren 80% der Patienten symptomfrei, im Kontrollmaterial nur 57%.

GIEBEL empfiehlt vorwiegend konservative Behandlung der Knöchelbrüche (bei Gabelsprengungen wegen der Gefahr der Syndesmosenverknöcherung bei Operation). Bei schweren Luxationsfrakturen soll der Gips bis über das Knie reichen. Volkmann'sche Dreiecke, die über 1/4 der tragenden Tibiagelenkfläche betreffen, werden operiert. Die Rate der nicht voll befriedigenden Ergebnisse liege bei dieser Behandlung unter 5%.

KADOLSKY berichtet über die Schwierigkeiten bei konservativer Reposition von Pronations-Eversionsfrakturen und Supinations-Eversionsfrakturen, Stadium 4 : nur $\frac{1}{3}$ der Fälle steht nach einmaliger Reposition. Je stärker die Verschiebung, desto schwieriger ist die geschlossene Reposition und desto häufiger sind mehrfache Repositionen nötig.

KROUPA et al. berichten über die konservative Behandlung frischer, geschlossener Knöchelbrüche. In 40% wurde eine "gute anatomische Stellung" erreicht; 86% hatten eine Arthrosis deformans, in 8% traten Stabilitätsstörungen auf und 50% der Patienten hatten Schmerzen nach Belastung.

KNOBLOCH u. MACH berichten über die konservative Behandlung der "Trimalleolarfraktur" (Bimalleolarfraktur mit hinterem Kantendreieck). Eine volle funktionelle Restitution wird nur in Ausnahmefällen erreicht. Bei einem Volkmann'schen Dreieck, das über $\frac{1}{3}$ der tragenden Gelenkfläche betrifft, und bei Gelenkstufen über 2mm raten sie beim Versagen der konservativen Behandlung zur Operation.

Die operative Behandlung der Knöchelbrüche: Mißerfolge bei konservativer Behandlung durch nicht vollständige Reposition sind häufig: die Knöchelgabel bleibt zu weit, der Außenknöchel heilt in Verkürzung und führt zu Valgusfehlstellung, eine Stufe bleibt in der Gelenkfläche bestehen oder es bildet sich eine Innenknöchel-Pseudarthrose; durch die Verlängerung des Innenknöchels wird der Talus in Valgusstellung gekippt. Dies alles führt zur Arthrosis deformans, d.h. Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und Renten.

Bei der operativen Behandlung der Sprunggelenks-Luxationsfrakturen nach den A.O.-Prinzipien wird die Außenknöchelläsion in den Mittelpunkt gestellt. WEBER beschreibt beim Fehlen des Innenknöchels guten Gabelschluß und Symptombefreiheit, sofern in der lateralen Knöchelgegend normale Verhältnisse herrschen. Heilt eine Fibulafraktur mit Verkürzung, so paßt die nach distal zu dicker werdende Fibula nicht mehr in die Incisura tibialis, sondern steht

dorsal und lateral verschoben und nach außen verdreht. Dies bedeutet aber funktionell: Gabellockerung; in der Auftrittsphase drängt der Talus gegen die Fibula an und folgt der verkürzten Fibula nach lateral.

Nach WEBER ist auch die Hauptursache der Innenknöchel-Pseudarthrosen in der Gabellockerung durch inkorrekt geheilte Fibula zu suchen. Der nach lateral dislozierte Talus zieht das distale Innenknöchelfragment am Lig. deltoideum nach sich und verhindert so die knöcherne Heilung.

Eine verlängerte Fibula, wie sie manchmal nach Supinations-Adduktions-Frakturen vorkommt, kann andererseits zur Varus-Arthrose führen. Die laterale Gabelstabilität ist also gebunden an eine normale Fibulalänge, normale anatomische Beziehung der Fibula in der Incisura tibialis und normale Bandführung der distalen Fibula, d.h. Suffizienz der Syndesmose. (WEBER). Zur Vermeidung von Inkongruenz-Arthrosen werden die Innenknöchel-Läsionen und dorsale Kantenfragmente, die über $\frac{1}{5}$ der tragenden Gelenkfläche betreffen, operativ versorgt. Die bessere Prognose bei operativer Behandlung beruht auf der besseren anatomischen Wiederherstellung aller Knochen- und Bandläsionen und auf der frühen aktiven Bewegung unter Verzicht auf äußere Ruhigstellung.

Alle Sprunggelenk-Luxationsfrakturen, bei denen keine allgemeine oder lokale Kontraindikation vorliegt, sollen nach WEBER operiert werden. Die Sofort-Operation wird angestrebt; bei schlechten Hautverhältnissen muß einige Tage gewartet werden. Offene Frakturen werden sofort operiert. Die Operationsdauer soll $1 \frac{1}{2}$ Stunden nicht überschreiten.

Die A.O. -Operationstechnik(nach WEBER): Die Rekonstruktion beginnt lateral, wenn nicht eine Ruptur des Lig. deltoideum vorliegt. Das Periost muß peinlichst geschont werden. Alle 15 Minuten wird das Operationsgebiet mit kalter Ringerlösung gespült. Nach exakter Reposition der Fragmente werden diese provisorisch mit Spickdrähten, Cerclagen oder Knochenfaßzangen fixiert. Zunächst werden die

Knochenverletzungen, dann die Bandverletzungen versorgt.

Die endgültige Versorgung der fibularen Läsionen geschieht durch eine feste Catgut-Schuhnestelnaht bei fibularer Bandruptur, durch eine Cerclage bei kleinem Spitzenfragment und durch Zuggurtung oder schräg-axiale Verschraubung mit einer Malleolenschraube bei distaler Querfraktur. Lange, intersyndesmale Querfrakturen werden direkt verschraubt mit 2 Naviculareschrauben, kurze Schrägfrakturen werden verspickt oder schräg-axial verschraubt. Trümmerfrakturen können mit Spickung-Zuggurtung fixiert werden. Suprasyndesmale Querfrakturen werden mit dem Oberholzer-Nagel geschient. Bei suprasyndesmalem Mehrfragmentfrakturen kommen Cöclage, Hemicerclage, Schrauben und Spickdrähte in Frage. Fibulaschaftfrakturen werden bis zur Schaftmitte versorgt mit Platte, Oberholzer-Nagel oder Naviculare-Schrauben; höher gelegene Frakturen werden indirekt adaptiert durch Syndesmosenverschraubung.

Die entgültige Versorgung der tibialen Läsionen geschieht bei der Ruptur des Lig. deltoideum durch Behebung der Interposition und Naht mit Nylonfaden. Der Abriß der Knöchelspitze wird durch Hemicerclage oder Zuggurtung fixiert. Die quere Fraktur der Knöchelbasis wird nach provisorischer Fixation mit Spickdrähten entweder mit einer Zuggurtungsschlinge versehen oder mit 1 -2 Malleolenschrauben verschraubt. Die Meißelfraktur der Innenknöchelbasis wird gleichfalls mit Malleolenschrauben fixiert.

Lateral gelegene hintere Kantenfragmente sind nach Fibularekonstruktion durch den Zug der dorsalen Syndesmose schon weitgehend reponiert. Sie werden von vorne mit einer Malleolen- oder Spongiosaschraube fixiert, wobei die Fragmente provisorisch mit einer Knochenfaßzange gehalten werden. Das seltenere medial liegende Kantenfragment beim Typ A kann meist direkt von medial-dorsal verschraubt werden.

Die dorsale Syndesmose ist durch die Rekonstruktion der Fibula und die Fixation eines Volkmann'schen Dreiecks anatomisch wiederhergestellt. Die ventrale Syndesmose wird bei Abrißfraktur des Tuberculum tibiale ant. durch exakte Reposition des Fragments und transossäre Naht, Fixie-

rung mit Naviculare- oder Malleolenschraube versorgt. Ein vorderes Kantenfragment, welches als großer Abriß des Tub. tibiae ant. aufzufassen ist, wird ebenfalls verschraubt. Bei interligamentärer Ruptur wird die ventrale Syndesmose genäht. Wurde die ventrale Syndesmose nur genäht und blieb ein kleines hinteres Fragment unversorgt, so muß, wie auch bei hoher Fibulafraktur, die Syndesmose durch schräge, transsyndesmale Verschraubung mit einer Malleolenschraube oder durch quere, suprasyndesmale Verschraubung mit einer Corticalisschraube gesichert werden. Die Schraube darf nicht zu fest angezogen werden und muß vor Belastung (nach 8 Wochen) entfernt werden. Die Gefahr der Versteifung der Syndesmose ist bei der suprasyndesmalen Verschraubung geringer.

Bei Taluskantenläsionen werden teilweise abgelöste Knorpellamellen entfernt; bei starken Knorpelschäden muß 3 Monate lang völlig entlastet werden.

Die Nachbehandlung erfolgt mit gepolsterter dorsaler Gipsschiene und Hochlagerung in Schaumstoffschiene. Bei offenen Frakturen wird 5 Tage lang Penicillin und Streptomycin gegeben. Am 2. Tag werden die Redon-Drainagen gezogen; am 4. Tag beginnen die Bewegungsübungen mit der Dorsalflexion. Am 14. Tag dürfen die Patienten im Gehapparat gehen. Einfache Außenrotationsfrakturen des Außenknöchels dürfen jetzt auch schon belastet werden. Patienten mit fibularer Bandruptur erhalten sofort postoperativ einen Gehgips für 6 Wochen; andere Bandverletzungen dürfen 4-6 Wochen lang nicht belastet werden. Bei regellosen Trümmerfrakturen des Außenknöchels kann nicht auf eine äußere Fixation für einige Wochen verzichtet werden.

Die Indikation zur operativen Behandlung wird von vielen Autoren enger gestellt als von der A.O. So operiert z.B. SCHEUBA erst nach mißlungenen konservativen Repositionsversuchen.

LETIC u. TESENJI operieren schwere Luxationsfrakturen. Nach der Osteosynthese der Fibula verschrauben sie die Knöchelgabel und rekonstruieren den Innenknöchel. Nur wenn er sich nicht von selbst reponiert, verschrauben

sie einen großen vorderen oder hinteren Keil. Die funktionellen Ergebnisse sind dabei in 61% sehr gut und in 24% gut.

LEHFUSS hält Verschiebungen des Außenknöchels um 1-2 mm für bedeutungslos; die Arthrose hänge von der primären Dislokation und nicht von der Güte der Reposition ab. Mit seinen Zahlen kann er dies allerdings nicht belegen.

Im folgenden sollen noch andere Operationsmöglichkeiten für die einzelnen Läsionen genannt werden. Bei Verhakung oder Kippung des Außenknöchels sowie bei Interposition der Tibialis posterior-Sehne rät GELEHRTER zur Operation. Außer den A.O.-Methoden verwendet er den Rushpin. Der Rushpin ist ein gerader oder gebogener Nagel mit einer angeschliffenen Spitze und einem hakenförmigen Ende. Er soll die Markhöhle nicht ausfüllen, sondern die Fragmente durch elastische 3-Punkte-Verklebung dynamisch fixieren. Richtige Vorschränkung und richtiger Einschlagwinkel sind wichtig, damit der Nagel keinen Achsenknick hervorruft oder sich verselbstständigt und wandert. Wegen mangelnder Stabilität ist meist zusätzlich eine Gipsfixierung nötig.

KOCH empfiehlt für den Außenknöchel Rushpinnung oder 2 gekreuzte Kirschnerdrähte, beides nicht sehr stabile Osteosynthesen!

Am Innenknöchel empfiehlt GELEHRTER gekreuzte Bohrdrähte und die Zuelzer-Klammer sowie bei kleinem Spitzenfragment die Extirpation des Fragments und Naht des Deltabandes. J. BÖHLER wendet auch die letztere Methode an.

AMANN u. KOCH verwenden am Innenknöchel gekreuzte Bohrdrähte, die an den Enden umgebogen sind. Die Ergebnisse bei Schrauben oder Cerclagen seien gleich gut. AMANN stabilisiert meist nur den Innenknöchel und läßt die übrigen Fragmente unfixiert.

FAULWETTER berichtet über die Verschraubung mit der Federkopfschraube nach MAATZ. Er operiert offene Knöchelbrüche, solche mit starker Verschiebung oder Interposition sowie bei Mißlingen der konservativen Behandlung.

Die Frakturlinie muß mindestens einen Winkel von 30 Grad mit der Tibia-Längsachse bilden, um Scherkräfte auszuschließen.

RIGO u. GAAL sowie GAAL u. KISS raten zur Diafixation bei Innenknöchel und Volkmann'schem Dreieck. Am Innenknöchel wird nach offener Reposition ein Draht von vorne unten nach aufwärts durch die Tibia bis in die äußere Fibulacorticalis geschlagen, hakenförmig umgebogen und nachgeschlagen. Im Gips darf nach ca. 8 Wochen allmählich belastet werden. Der Draht wird nach 3-4 Monaten entfernt. Bei großem Volkmann'schem Dreieck mit Talussubluxation nach dorsal wird von der Sohle her ein Draht durch den Talus in die Tibia geschlagen. Damit sei die Fraktur unverschieblich fest und ein Gips nicht mehr nötig. Schon nach 3 Wochen wird der Draht entfernt. Wir können uns nicht vorstellen, daß diese Fixation sehr stabil ist.

Für die Fixation vorderer oder hinterer Tibiakeile empfiehlt AMANN die Federkopf-Spongiosaschraube und die Malleolenschraube. GELEHRTER erwähnt die percutane Fixation mit Bohrdrähten oder Gewindestiften; die Verschraubung sei jedoch besser. In 21% der von SCHWIER percutan mit Gewindestift behandelten Fällen blieb eine Stufe von 1-2 mm bestehen. Auf einen Gips kann bei dieser Methode nicht verzichtet werden.

RAU et EL SIGAI verschrauben beim Versagen der konservativen Methode Volkmann'sche Dreiecke, die größer sind als $\frac{1}{5}$ der tragenden Gelenkfläche, von dorsal mit einer Schraube, die auf der ganzen Länge ein Gewinde hat und die nicht bis in die vordere Corticalis reicht. Postoperativ wird ein Gips für 4 Wochen angelegt. In 12% der Fälle blieb eine Stufe von 1-2 mm bestehen, in 88% wurde eine anatomisch korrekte Stellung erreicht (zum Vergleich: bei konservativer Behandlung in 55% der Fälle). 56% der Operierten hatten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis im Vergleich zu 27% bei den konservativ Behandelten.

JONAS beschreibt eine Arthrosehäufigkeit von 80% bei "Trimalleolarfrakturen". Bei den konservativ Behandelten

blieb trotz mehrfacher Repositionen i.a. eine Stufe bestehen. Bei 4 Verschraubungsfällen wurde das Dreieck 3 mal nekrotisch; einmal blieb eine Stufe von 3 mm bestehen. JONAS vertritt die Ansicht, bestehenbleibende Gelenkstufen erhöhten das Arthrose-Risiko nur gering; diese muß als überholt angesehen werden. Bei bestehenbleibender Gabelsprengung lag die Arthroserate über 90%.

LECHNER u. THIEMEL empfehlen bei isolierter Syndesmosensprengung konservative Behandlung, während sie bei Kombination mit einer Fraktur für die A.O.-Methoden sind. GELEHRTER nennt die Doppelgewindeschraube und eine Klammer zur Fixierung der Knöchelgabel; meist behandelt er konservativ. WELLER hat eine eigene Methode der Syndesmosenverspannung entwickelt: ein Drahtstift mit Rillen ist an einem Ende fest mit einer Metallplatte verbunden, welche auf die Fibula zu liegen kommt. Nach tibial zu steigt der Draht im Winkel von 25 Grad an; an der Tibia wird eine Metallplatte auf den Draht gesetzt, mit einem Gerät gespannt und so die Fibula herangeholt: Die Platte rastet fest in den Rillen des Drahtes ein. 10-wöchige Ruhigstellung im Unterschenkelgips ist erforderlich.

Bei transsyndesmaler Verbo^zlung der Syndesmose tritt nach CAUCHOIX in 25% der Fälle Brückencallus-Bildung und Synostosierung auf.

FRIEDEBOLD u. HAUSLIK nennen noch die Draht^erclage durch 2 senkrecht zur Unterschenkelachse verlaufende Bohrkanäle als Therapie-Möglichkeit bei Syndesmosensprengung.

Die Behandlungsergebnisse der Luxationsfrakturen des OSG, soweit sie nicht schon bei den einzelnen Methoden aufgeführt wurden: Die A.O.-Methoden führen nach WEBER zu folgenden Ergebnissen (geschlossene Serie von 160 Fällen):

a) Verletzungstypen:

Typ A	18%	(32%)
Typ B	34%	(42%)
Typ C	47%	(20%)

Die Zahlen in Klammern geben die Verhältnisse bei Skiunfällen an.

b) Anzahl der Einzelläsionen:

Typ A	2 Läsionen pro Fall
-------	---------------------

Typ B 3 Läsionen pro Fall

Typ C 4 Läsionen pro Fall

c) Spitalaufenthalt:

Typ A 14,6 Tage

Typ B 16,9 Tage

Typ C 18,7 Tage

d) Arbeitsfähigkeit zu 100%:

Typ A nach 6-11 Wochen

Typ B nach knapp 12 Wochen

Typ C nach knapp 14 Wochen

e) Nachkontrolle: Bei allen Typen nach durchschnittlich 14,4 Monaten.

f) Ergebnisse:

Typ A 85,71% sehr gut und gut 14,28% schlecht

Typ B 88,23% sehr gut und gut 11,76% schlecht

Typ C 85,91% sehr gut und gut 14,08% schlecht

Total 86,66% sehr gut und gut 13,33% schlecht

Die Arthrosenhäufigkeit wird auf Werte unter 10% gesenkt; bei konservativ-genetischer Behandlung liegt sie bei 40%. Die Ergebnisse sind bei leichten und schweren Frakturen fast gleichgut. Die Infektionsrate liegt nach WILLENEGGER bei 3,2% Wundheilungsstörungen ohne Knochenbeteiligung und 0,54% mit Knochenbeteiligung. Der Maßstab zur Beurteilung der Ergebnisse ist bei der A.O. strenger als bei vielen anderen Autoren: "sehr gut" bedeutet anatomische und funktionelle Restitutio ad integrum, "gut" bedeutet, daß der Patient sein Sprunggelenk gelegentlich spürt, aber nicht behindert ist. Bei diesen beiden Kategorien darf kein Anhaltspunkt für eine Arthrose oder eine Arthro-segefährdung vorliegen.

HENKE vergleicht die Ergebnisse bei konservativer und operativer Behandlung der Knöchelbrüche. Die Operationsindikation wurde gestellt nach erfolgloser konservativer Reposition. Fixiert wurde mit Schrauben, Nägeln, Marknägeln, Drahtspickungen, Gewindebolzen und Periostnaht, und zwar bei $\frac{2}{3}$ aller Operierten nur ein Fragment. Die Beurteilung ist wesentlich milder als bei der A.O. Die konservative Reposition führte in 28% zu guter Stellung

und in 37% zu guten Ergebnissen. Die Operation führte in 43% zu guter Fragmentstellung und in 34% zu Beschwerdefreiheit. Demgegenüber bringt die genetische Reposition 73% gute Repositionsergebnisse und ca. 85% gute Ergebnisse und bei den operativen Fällen vermehrt die Fixation jeweils mehrerer Fragmente die guten Repositionsergebnisse auf 85%.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Je schwerer eine Knöchelfraktur ist, desto mehr ist die operative Behandlung indiziert. Das Ziel der operativen Behandlung ist die anatomische Rekonstruktion aller Teilläsionen und die übungsstabile Osteosynthese, die eine gipsfreie Nachbehandlung ermöglicht. Alle Operationsmethoden, die das leisten, sind zu empfehlen. Leichtere Frakturen können auch konservativ behandelt werden; die Indikation zu konservativer oder operativer Therapie hängt auch von den technischen Möglichkeiten und der Beherrschung der Operationstechnik durch den Operateur ab; Selbstkritik ist dabei angebracht.

Die Stauchungsfrakturen des OSG: Stauchungs- und Trümmerbrüche am distalen Tibiaende mit zentraler Subluxation des Talus werden nach BÖHLER im Schraubenzugapparat eingerichtet, 6 Wochen extendiert und 6 Wochen im Gehgips behandelt. TROJAN u. JAHNA raten zu 6-wöchiger Calcausextension, bei der der Steinmann-Nagel parallel zur Malleolengabel in Verlängerung der Tibiaschaftachse liegt. Anschließend wird 6 Wochen im Oberschenkel-Gehgips ruhiggestellt. Frakturen mit vorderem Tibiaknack ohne Verschiebung können primär im Oberschenkelgips behandelt werden. Bei großen Fragmenten raten sie zur Verschraubung; ebenfalls operiert werden sollen Frakturen mit Impressionen, Subluxationen oder Achsenknick.

MONTICELLI u. MONTELEONE extendieren offene Trümmerbrüche des distalen Unterschenkelendes. Bei Talusluxation raten sie zu operativer Behandlung. In aussichtslosen Fällen soll die Früharthrodese durchgeführt werden.

WEBER teilt die Stauchungsbrüche ein in Typ a = Tibia-Trümmerfraktur mit Fibulafraktur, Typ b = regellose Gabelverletzung, Talusfraktur und Typ c = Tibia-Trümmerfraktur

ohne Fibulafraktur, Talusrolle intakt, Syndesmose und fibulare Seitenbänder zerrissen. Ist der Fuß dorsalflektiert, während die frakturierende Kraft einwirkt, so wird ein vorderer Tibiakeil abgeschert, bei Plantarflexion wird ein hinterer Keil abgeschert und bei neutraler Stellung erfolgt zentrale Impression. Stauchungsbrüche vom Typ a und c werden rekonstruiert, falls dies möglich ist. Frakturen vom Typ b und alle nicht rekonstruierbaren vom Typ a und c werden mit einer Fröhlethrodese behandelt. Bei Typ a wird die Fibula rekonstruiert, dann das an der Syndesmose hängende Schlußselfragment aufgesucht und die Tragzone wie ein Puzzlespiel zusammengesetzt. Nach provisorischer Fixation der Tragzone mit Spickdrähten wird sie mit einer langen Mallen-Schraube versorgt, anschließend wird die Tibiafraktur oberhalb der Tragzone mit Schraube oder Platte versorgt. Bei Typ c wird zunächst die Tragzone rekonstruiert, dann die ventrale Syndesmose genäht und evtl. durch eine Syndesmosenverschraubung gesichert. Schließlich wird die mediale Tragzone gegen den Tibiaschaft hin mit einer Platte abgestützt. Die Metaphyse wird bei Typ a und c i. a. durch eine Spongiosaplastik ausgefüllt. Die Arthrodese geschieht durch Druckverschraubung der Fragmente, Resektion der Gelenkflächen, Spongiosaplastik und Aufeinanderpressen der osteotomierten Knochen durch einen äußeren Spanner. Nach 10 Tagen beginnt bei Rekonstruktion und Versteifung die funktionelle Nachbehandlung. Bei rekonstruierten Gelenken wird den Patienten nach 4 Wochen ein Gehapparat für 8-10 Wochen angepaßt; bei versteiften Gelenken werden nach 6 Wochen die Nägel des Fixateur externe gezogen und ein Gehgips für 8 Wochen angelegt. Die Indikation zur Rekonstruktion hängt u. a. auch von der Erfahrung des Operateurs ab. Von 9 Rekonstruktionen führten 6 zu sehr guten, 2 zu guten und eine zu schlechten Ergebnissen. Von 6 primären Arthrodesen hatten 5 ein sehr gutes, eine ein schlechtes Resultat.

9)Die Behandlung der Frakturen am Fuß:

Calcaneus-Frakturen: Frakturen des Processus ant. calcanei entstehen durch den gleichen Mechanismus wie Knöchelbrüche des Typs A. Andere Verletzungen entlang der "Supinationslinie" sind die Taluskopffraktur, die Fraktur des Os naviculare, Basis- und Schaftfraktur des Metatarsale 5.(WEBER).Eine Kombination dieser Frakturen mit Knöchelbrüchen vom Typ A ist möglich. Frakturen des Processus ant. calcanei werden nach WEBER behandelt mit Hochlagerung im gepolsterten Gips zum Abschwellen. Nachdem anschließend der Fuß eine Woche lang in Plantar- und Dorsalflexion trainiert wurde, wird ein Gehgips für 4 Wochen angelegt. Stufenfreie Reposition ist nach HIPPEL bei dieser Fraktur selten möglich; bei stärkeren Beschwerden muß an die Versteifung des Calcaneo-cuboid-Gelenkes gedacht werden.

Durch Stauchungsmechanismen kann der ganze Tuber calcanei abgeschernt werden oder eine Stauchungsfraktur des Corpus calcanei, evtl. mit Gelenkbeteiligung(USG), entstehen.Diese Fälle sind jedoch beim Skilauf äußerst selten.Der Tuber-Gelenk-Winkel, der bei Stauchungsbrüchen negativ werden kann, muß zur Vermeidung eines posttraumatischen Plattfußes wiederhergestellt werden. Dies kann erreicht werden mit der Methode nach WESTHUES: ein Steinmann-Nagel wird von hinten in den Tuber calcanei getrieben und unter Röntgenkontrolle der Winkel wieder aufgerichtet.(KUNATH, BREITNER; KLOSE u. JANIK). Es kann auch im Phelps-Gocht-Gerät reponiert werden, anschließend seitlich mit der Fersenbeinzwinke komprimiert werden und eine 6-wöchige Gipsbehandlung angeschlossen werden. Ähnlich ist die Reposition im Schraubenzugapparat mit anschließender Dauerzug- und zusätzlicher Gipsbehandlung nach 8 Tagen. Des weiteren werden Transfixation (ein Fersennagel und ein Nagel durch die Tibiametaphyse werden nach Reposition eingegipst) und 6-10 wöchige Dauerextensionsbehandlung mit einem Zug in Richtung der Fersenbeinachse und einem in Richtung der Vorfußachse genannt. Die einfachste und beste Methode ist jedoch die konservative Behand-

lung ohne Gips. Dabei wird das Bein 10 Wochen lang streng hochgelagert und entlastet und nach 3 Wochen mit Bewegungsübungen begonnen(SCHLOSSER). Bei Arthrosen nach intraarticulären Frakturen mit erheblichen Beschwerden kann die Entknorpelungs-Arthrodeese des USG durchgeführt werden(SCHLOSSER, KUNATH, HIPPI).

Die Abrißfraktur der Achillessehne, der sog. Entenschnabelbruch des Calcaneus, der als Hyperflexionsverletzung entsteht, muß möglichst bald verschraubt oder mit Kirschnerdrähten oder Cerclagen fixiert werden, da sonst leicht das spitze Fragment die Haut schädigen kann(HIPPI).

Talusfrakturen: Taluskopf-Brüche entstehen durch Supination-Dorsalflexion. Talushalsbrüche entstehen durch Abscherung über der unteren Tibiakante bei Dorsalflexion, während Taluskörperfrakturen durch Kompression in der Längsachse des Fußes entstehen (z.B. beim Typ b der Stauungsfraktur des OSG). Nach KLOSE u. JANIK werden Talusfrakturen im Schraubenzugapparat bei maximaler Plantarflexion eingerichtet und ein Gähgips für 6 Wochen angelegt. Talushalsfrakturen mit Dislokation des Corpus tali nach hinten-oben müssen nach HIPPI mit Dauerextension oder operativ behandelt werden, wobei mit Kirschnerdrähten oder Schrauben fixiert wird. Bei einer Fraktur des Sprungbein-Körpers mit Verrenkung des Fragmentes nach dorsal ist operative Reposition und Fixation nötig. Ebenfalls operiert werden sollen die sagittalen Spaltbrüche des Sprungbeinkörpers mit Fraktur des Sprungbeinhalses (HIPPI). Bei schwerer Zertrümmerung des Talus rät FRIEDEMANN zur primären Arthrodeese des USG. SCHLOSSER rät, gering verschobene Talusfrakturen einfach für 10-12 Wochen zu entlasten und nach 14 Tagen mit der Übungsbehandlung zu beginnen. Bei starker Verschiebung soll operiert werden. Eine schwerwiegende Komplikation der Talusfraktur ist die Talusnekrose. Bei der Talushalsfraktur mit Dislokation des Corpus tali nach dorsal-oben kommt sie in 50% der Fälle vor. Selbst eine Arthrodeese wird schwierig bei Talusnekrose, da der knöcherne Durchbau in Frage gestellt ist. Bei Ernährungsstörungen des Talus darf frühestens

nach 6 Monaten belastet werden.

die Stauchungsfraktur des Os naviculare wird reponiert durch Zug am Calcaneus-Nagel und an einem Nagel, der durch die Basen der Mittelfußknochen geht. Zusätzlich wird vom Fußrücken her gedrückt. Die Nägel werden für 6-8 Wochen mit eingegipst (KLOSE u. JANIK). HIPPE empfiehlt einen Unterschenkelgips für 4-6 Wochen und bei Gelenkstufen eine primär operative Behandlung, evtl. Versteifung. Die Behandlung der Frakturen der übrigen Fußwurzelknochen ist ähnlich.

Mittelfußfrakturen werden nach evtl. vorzunehmender Reposition und nach dem Abschwellen für 4 Wochen eingegipst. Bei unverschobenem Bruch des 4. und 5. Mittelfußknochens kann auf den Gehgips verzichtet werden; es wird dann 10 Tage streng entlastet und hochgelagert und die Fraktur mit einem festen Elastoplast- oder Zinkleimverband gesichert (SCHLOSSER)! Stark verschobene Metatarsalfrakturen müssen evtl. operativ behandelt werden. BREITNER empfiehlt bei allen Mittelfußfrakturen nur das Anlegen einer straffen Spica pedis für 5-6 Wochen, wobei unter die Bruchstelle ein Gazebausch gedrückt wird. Nach allen Frakturen am Fuß sollen Einlagen nach Gipsabdruck verordnet werden.

E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N :

Die in den Jahren 1958-1969 in der Chirurgischen Universitätsklinik München stationär behandelten Patienten mit beim Skilauf erworbenen Frakturen des Beines wurden anhand der Anamnesen herausgesucht. Es zeigte sich, daß ca. 1/10 aller Patienten mit Beinbrüchen beim Skifahren verunglückt waren. Die Krankengeschichten wurden durchgesehen und an alle Patienten ein Fragebogen verschickt, der im wesentlichen Fragen nach dem augenblicklichen Befinden, den Verletzungsfolgen und den Unfallursachen enthielt. Die meisten Fragen waren nach dem multiple choice -System gestellt, um die Auswertung zu erleichtern. Die Befragung fand 1970, durchschnittlich

5,3 Jahre nach dem Unfall statt. Patienten, die im Fragebogen zwei verschiedene Beschwerden oder einmal starke Beschwerden angaben, z. B. starke Schmerzen, wurden zur Objektivierung des Befundes zu einer Nachuntersuchung bestellt. Die Nachuntersuchung fand durchschnittlich 4 Jahre nach dem Unfall, im Jahre 1970 und z. T. auch 1972 statt. Die gesammelten Daten wurden auf Lochkarten übertragen und ausgezählt. Insgesamt wurden in dem genannten Zeitraum 278 Patienten mit "Skifrakturen" des Beines behandelt; 183 schickten den Fragebogen ausgefüllt zurück. Von 84 zur Nachuntersuchung bestellten Patienten sind 31 erschienen.

A) DAS KRANKENGUT

Die Altersverteilung wird in Abb. 6 dargestellt. Das Durchschnittsalter beträgt 29,4 Jahre. 4,8% der Patienten waren Kinder, 10,7% waren Jugendliche und 84,5% waren Erwachsene. Aus der Altersverteilung mit dem Häufigkeitsgipfel in der 3. Dekade ist keine besondere Gefährdung für diese Altersgruppe zu entnehmen; vielmehr spiegelt sich hier die Altersverteilung auf der Piste wider.

Die Patienten verteilen sich ziemlich gleichmäßig auf beide Geschlechter. 47% der Patienten waren männlich, 53% weiblich. Hieraus läßt sich spekulativ eine stärkere Gefährdung der Frauen vermuten; denn in der Pistenpopulation überwiegen die Männer.

Die Verteilung der Patienten auf die einzelnen Jahre ist aus Abb. 7 zu entnehmen. Eine bestimmte Tendenz läßt sich nicht daraus ersehen. Das Jahr 1965 war mit 48 Patienten das patientenreichste Jahr.

52,4% der Patienten hatten sich am rechten Bein verletzt, 45,1% am linken Bein, während 2,5% beidseits eine Fraktur erlitten hatten. Die leichte Häufung der Frakturen am rechten Bein läßt sich als Folge der "Rechtsfüßigkeit" deuten, d. h. das rechte Bein wird häufiger als Stand-

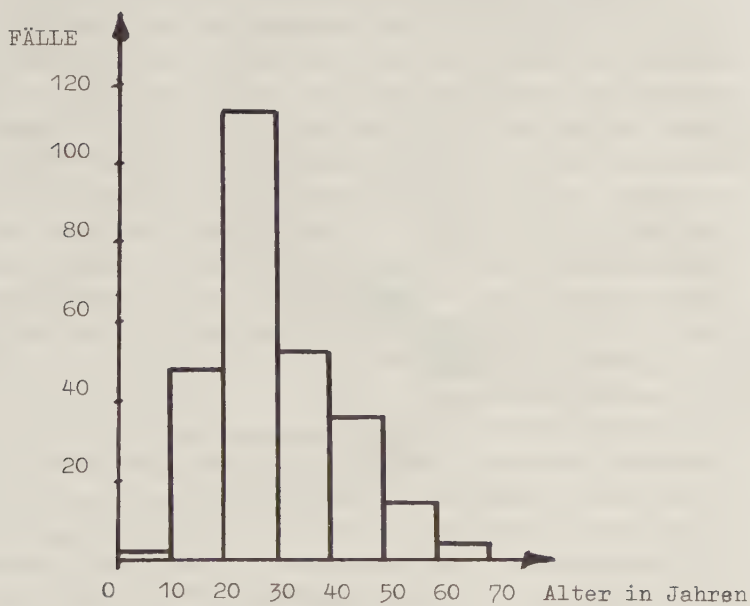


Abb.6: Altersverteilung

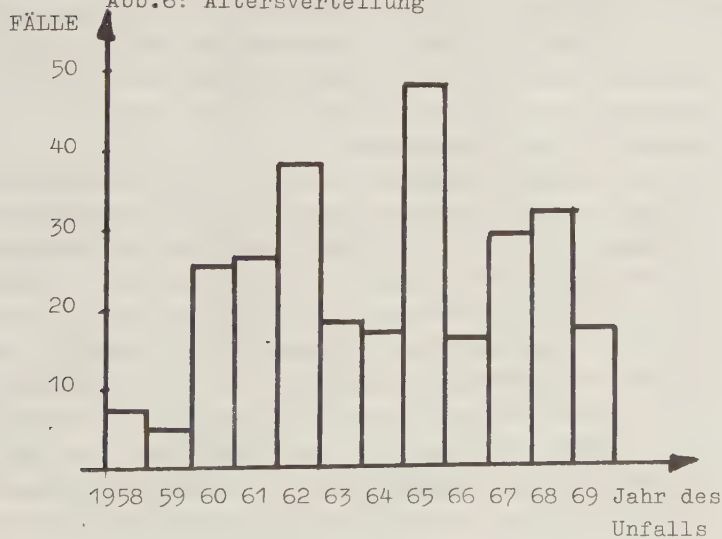


Abb.7: Verteilung der Patienten auf die Jahre

bein benutzt und ist daher stärker frakturgefährdet.

Die Frakturlokalisationen werden in Abb. 8 dargestellt. Die häufigste Lokalisation ist der Unterschenkel mit 58,5% Unterschenkel-Frakturen, 8,9% isolierten Tibiafrakturen und 1,1% isolierten Fibulafrakturen. Danach folgen die Knöchelbrüche mit 23,1%. Davon waren knapp die Hälfte isolierte Außenknöchelbrüche. Die Kombination von Unterschenkelfraktur auf der einen und Knöchelbruch auf der anderen Seite kam vor. Frakturen an Oberschenkel, Patella und Fuß waren relativ selten. Gegenüber früheren Arbeiten fällt besonders die starke Gefährdung des Unterschenkels für Skifrakturen auf, während die Knöchelbrüche durch den Schutz der Hochschaft-Stiefel anteilmäßig zurückgehen.

Abb. 9 zeigt die Art der Tibiafraktur bei den Unterschenkel- und Tibiafrakturen. Die Spiralfraktur kommt in 45,9% vor. Zusammen mit der Drehkeilfraktur macht sie über die Hälfte der Fälle aus. Häufig sind auch distale Mehrfragment- und Trümmerbrüche mit 19,6%. Reine supramalleoläre Querfrakturen kamen in 4,3% der Fälle vor. Die Häufung dieser Frakturformen ist bedingt durch den typischen Rotations-Mechanismus bei der Spiral- und durch den typischen Hyperflexionsmechanismus bei den supramalleolären Frakturen. 2,7% der Frakturen am Unterschenkel waren Grünholzfrakturen.

Bei den Knöchelbrüchen (siehe Abb. 8) war der Außenknöchel meist verletzt, in knapp der Hälfte der Fälle isoliert. Der Innenknöchel war in 46% der Fälle frakturiert, die untere Tibiakante in 32,9%. (Dabei war in 28,6% ein hinterer Tibiakeil, in 2,9% ein vorderer und in 1,4% ein vorderer und hinterer Keil vorhanden.) Eine Gabelerweiterung war in 64,4% der Fälle vorhanden; bei den Frakturen am Außenknöchel handelte es sich in 70% der Fälle um supramalleoläre Frakturen. Eine Abrißfraktur der Außenknöchelspitze lag in 12% vor. Schwere Knöchelverletzungen sind also in unserem Krankengut relativ häufig.

98,1% der Frakturen waren geschlossen, 1,9% offen.

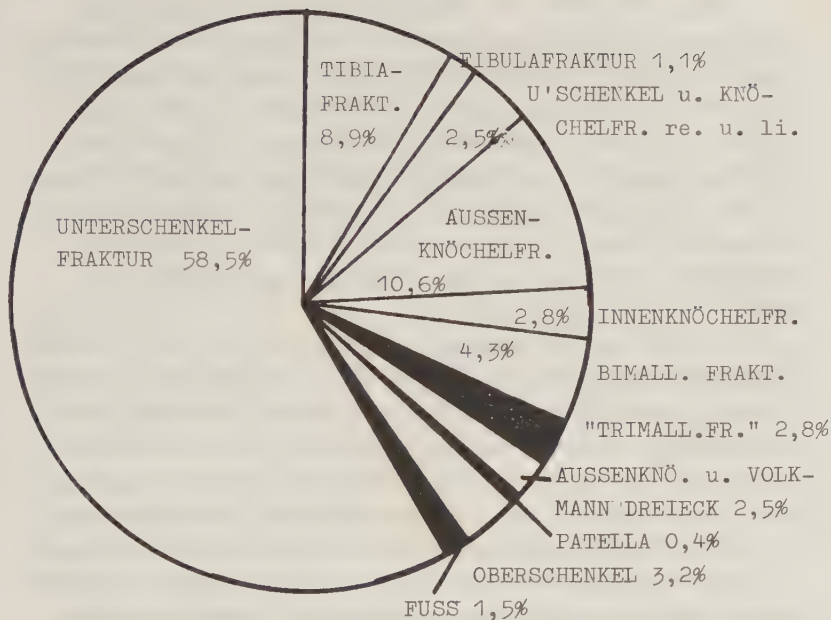


Abb. 8: Frakturlokalisation

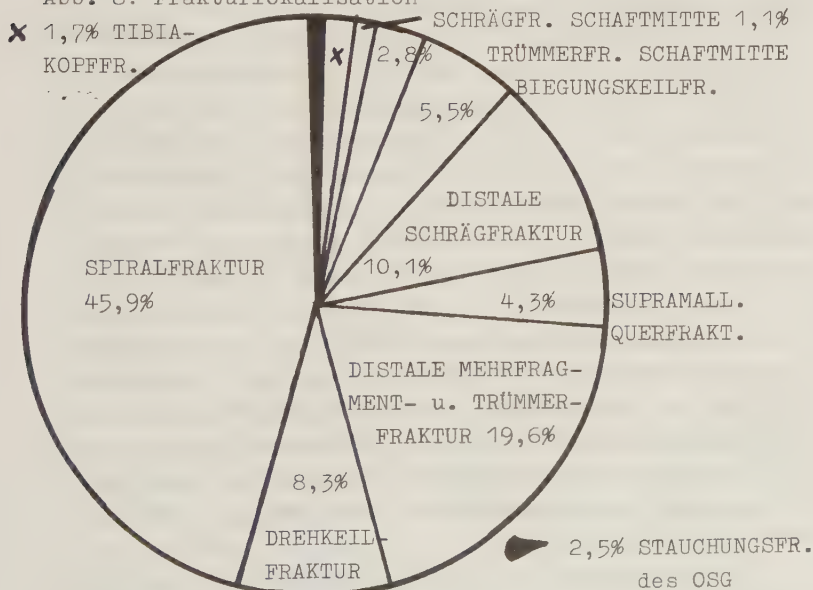


Abb. 9: Die Art der Tibiafraktur

Eine Aufgliederung nach den Frakturarten in den einzelnen Altersgruppen ergibt: Isolierte Tibiafrakturen traten bei Kindern in $\frac{1}{3}$ der Fälle mit Frakturlokalisation am Unterschenkel auf, während in $\frac{2}{3}$ der Fälle Tibia und Fibula gebrochen waren. In 54,5% handelte es sich um eine Spiralfaktur; der Rest verteilte sich gleichmäßig auf supramalleoläre Quer- und Schrägfrakturen. An Knöchelbrüchen trat bei 12 kindlichen Frakturen nur eine Absprengung am Innenknöchel auf.

Bei den Jugendlichen (29 Fälle) war in 20,7% der Fälle die Tibia isoliert frakturiert; 58,6% der Frakturen bei Jugendlichen waren Unterschenkel-Brüche. Knöchelbrüche kamen in 17,2% vor. Spiralfrakturen traten von allen Altersklassen am häufigsten bei den Jugendlichen (63,6% der Fälle) auf. Drehkeilfrakturen waren mit 9,1% ungefähr gleichhäufig wie bei Erwachsenen. Distale Mehrfragment- und Trümmerbrüche kamen mit 9,1% wesentlich seltener als bei Erwachsenen vor; supramalleoläre Querfrakturen machten 4,5% der Fälle aus.

Bei den Erwachsenen (230 Fälle) kamen 3,5% Oberschenkelfrakturen vor (eine Schenkelhalsfraktur, 2 pertrochantere Frakturen, 4 Oberschenkel-Schaftfrakturen und 1 Kondylenfraktur). 67,4% der Frakturen lokalisierten sich am Unterschenkel (60,5% Unterschenkelfrakturen, 5,6% isolierte Tibiafrakturen, 1,3% isolierte Fibulafrakturen). 24,8% der Frakturen betrafen die Knöchel, wobei die Verteilung auf die einzelnen Formen ähnlich ist wie im gesamten Krankengut. Knöchelbrüche kommen also von allen Altersgruppen am häufigsten bei den Erwachsenen vor. An der Tibia kamen 42,6% Spiralfrakturen, 8,1% Drehkeilfrakturen, 23,6% distale Mehrfragment- und Trümmerfrakturen, 11,1% distale Schrägfrakturen und 2,8% supramalleoläre Querfrakturen vor. Von den Fußknochen war 3mal der Calcaneus und einmal die Basis des Metatarsale 5 gebrochen.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Isolierte Tibiafrakturen waren gehäuft bei Kindern, seltener bei Jugendlichen und manchmal bei Erwachsenen vorhanden.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Angaben aus der Literatur. Spiralfrakturen sind bei Kindern und besonders bei Jugendlichen häufiger als bei Erwachsenen. Bei den supramalleolären Frakturen traten bei Kindern hauptsächlich Quer- und Schrägfrakturen auf, während bei Erwachsenen die Trümmerbrüche überwogen. Bei den Jugendlichen waren die distalen Tibiafrakturen relativ selten.

Die Aufteilung der Frakturarten nach dem Geschlecht der Verletzten (Abb. 10) zeigt: Unterschenkel- und besonders isolierte Tibiafrakturen traten bei Männern häufiger auf, Knöchelbrüche dagegen bei Frauen. Dies entspricht den Angaben aus der Literatur. Die Knöchelbrüche waren bei den Männern durchschnittlich schwerer als bei den Frauen: eine Gabelerweiterung kam bei ihnen in 76,5% , bei den Frauen in 56,5% vor. Eine Aufgliederung der Tibiafrakturformen bei beiden Geschlechtern zeigt (Abb.11) eine Häufung von Spiral- und Drehkeilfrakturen bei den Männern , von distalen Mehrfragment- und Trümmerfrakturen sowie von Biegeungskeilfrakturen bei den Frauen.

Abbildung 12 zeigt die relative Häufigkeit von Frakturen am Unterschenkel und Knöchelfrakturen in den einzelnen Jahren. Die Knöchelbrüche haben im Jahr 1964 einen Tiefpunkt, dann steigt die Zahl an bis 1967 und fällt allmählich wieder ab. Umgekehrt hatten die Frakturen am Unterschenkel 1967 ein Häufigkeits-Minimum und nehmen seither zu. Ob der Trend der relativen Zunahme der Frakturen am Unterschenkel auf Kosten der Knöchelbrüche anhält, bleibt abzuwarten. Die Kurve ist zu uneinheitlich, um solche Schlüsse zu rechtfertigen.

In Abb. 13 haben wir die Verteilung der Frakturformen an der Tibia über die Jahre aufgezeichnet. Die Abnahme der Spiralfrakturen ist deutlich. Drehkeil- und Biegeungskeil-Frakturen scheinen zuzunehmen. Die distalen Mehrfragment- und Trümmerfrakturen zeigen deutlich steigende Tendenz.

B) DIE THERAPIE DER SKIFRAKTUREN:

69,5% der Patienten wurden entweder in der Ambulanz der Chirurgischen Universitätsklinik der Erstversorgung

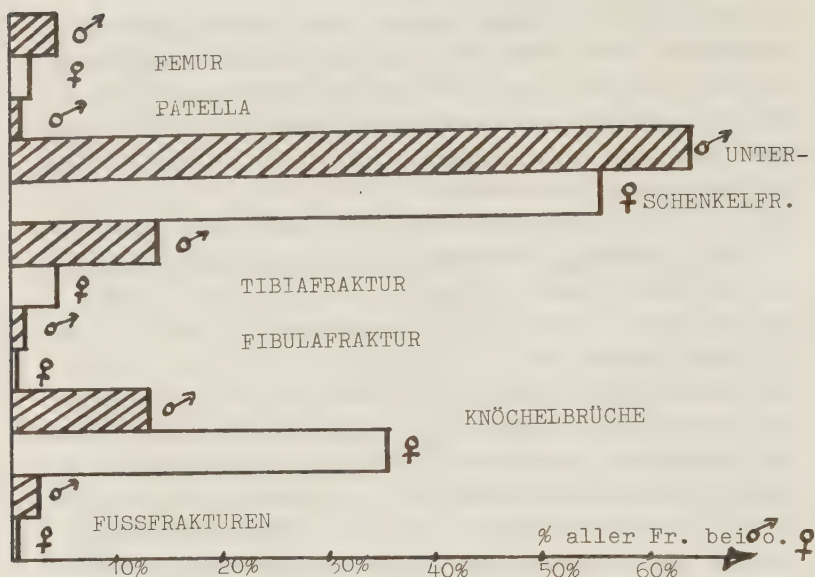


Abb. 10: Verteilung der Frakt. in Abhängigk. vom Geschl.

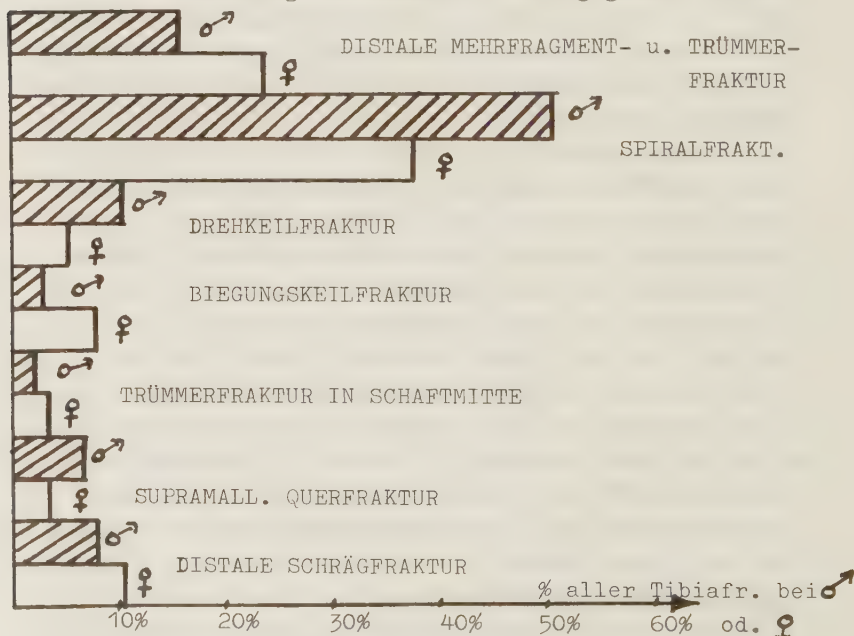


Abb. 11: Tibiafrakturarten in Abhängigk. vom Geschlecht

% der Fälle, bez. auf
das jeweilige Jahr

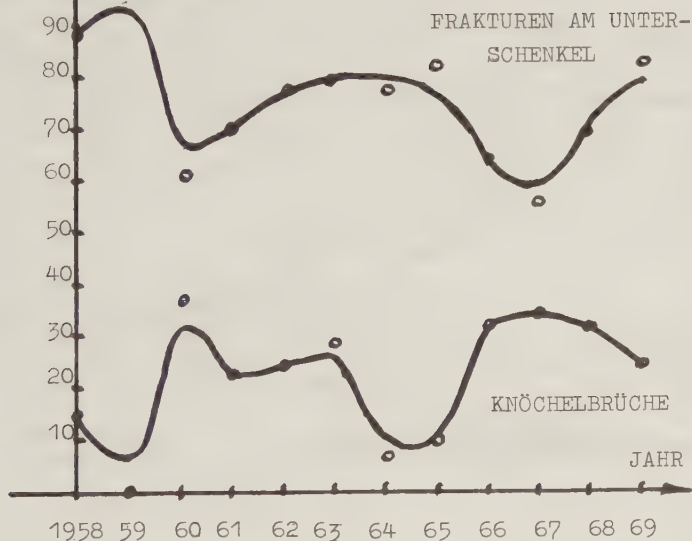


Abb. 12: Verteilung der Frakturen in den einzelnen Jahren.

(Fortsetzung von Seite 91)

zugeführt oder kamen mit einem am Unfallort angelegten Transportgips hier an. 17,2% wurden zunächst auswärtig stationär behandelt und dann in die Chirurgische Universitätsklinik verlegt, während 8,6% von auswärtig zur Behandlung von Komplikationen geschickt wurden. Bei 4,7% der Patienten wurde lediglich die Metallentfernung vorgenommen.

An unfallunabhängigen Begleitkrankheiten, die Einfluß auf das Behandlungsergebnis hatten, kamen vor: 4mal vorbestehende Arthrosis deformans des OSG, davon einmal bei Unterschenkelamputation auf der Gegenseite. In zwei weiteren Fällen war ebenfalls der andere Unterschenkel amputiert. Je einmal lag ein Zustand nach Poliomyelitis mit Hohlfuß und Muskelatrophie beiderseits, eine Hemiparese auf der Frakturseite und ein Bandscheibenschaden der LWS vor, der die Kniebeugung beeinträchtigte.

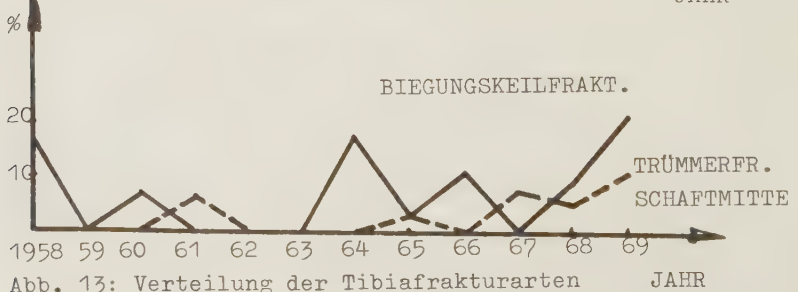
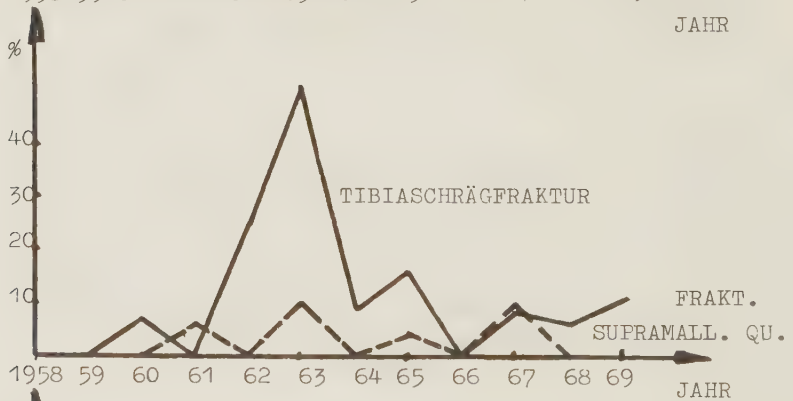


Abb. 13: Verteilung der Tibiafrakturarten über die Jahre

Die stationäre Behandlungsdauer betrug durchschnittlich 35 Tage. Die Gesamtbehandlungsdauer betrug im Schnitt 22,4 Wochen. In 54,4% der Fälle wurde konservativ behandelt, in 33,7% wurde operiert und in 11,9% wurden beide Methoden kombiniert.

Die konservativen Fälle wurden in 26,7% mit Extension behandelt. Die durchschnittliche Extensionsdauer betrug 29 Tage. Die Liegegips-Behandlung während des stationären Aufenthalts dauerte durchschnittlich 21,2 Tage, während die gesamte Gipsbehandlung 11,9 Wochen beanspruchte.

Bei den operativ Behandelten wurde in 17,4% der Fälle ein Gips angelegt (auswärts angelegte Gipse mitenthalten). Die Dauer der Gipsbehandlung betrug hier durchschnittlich 18,9 Wochen. Läßt man einen Fall weg, der zur Behandlung seiner Pseudarthrose geschickt wurde, so ergeben sich 8,4 Wochen.

Der Operationszeitpunkt: In 73,5% der Fälle wurde 0-9 Tage nach dem Unfall operiert, in über 90% der Fälle im ersten Monat nach Unfall. Im Schnitt wurde 25 Tage nach Unfall operiert. Von den zur Nachuntersuchung bestellten Patienten, d.h. von den Patienten mit deutlichen Beschwerden, waren 66,6% in den ersten 9 Tagen nach Unfall operiert worden, während bei 73,5% aller Operierten der Eingriff in den ersten 9 Tagen stattgefunden hatte. Dies bedeutet: bei der Frühoperation sind bleibende Beschwerden seltener.

Die Osteosynthese am Femur (5 Fälle): 3mal wurde eine Schenkelhals-Laschennagelung durchgeführt und je einmal eine Küntscher-Nagelung und Verschraubung.

Die Osteosynthese der Tibia (70 Fälle, Abb. 14): Am häufigsten wurde die Druckplatte, die Verschraubung oder eine Kombination von beiden verwendet (insgesamt 71,4% der Fälle). In 10% wurden Cerclagen angelegt. Es fällt auf, daß sehr selten genagelt wurde. Abbildung 15 zeigt die Osteosynthesemittel bei Spiral- und Drehkeilfrakturen an der Tibia. Erwartungsgemäß überwiegen auch hier die A.O.-Methoden. In 17,5% kam der Herzog-Nagel

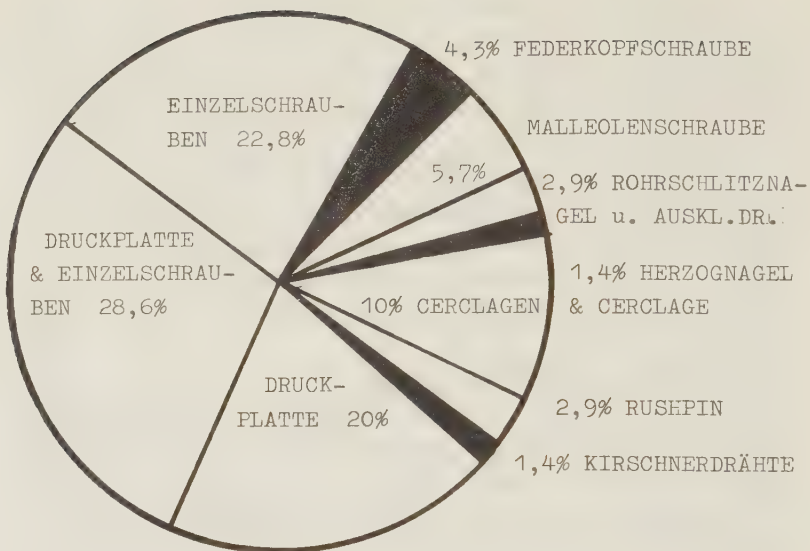


Abb. 14: Tibiaosteosynthesen

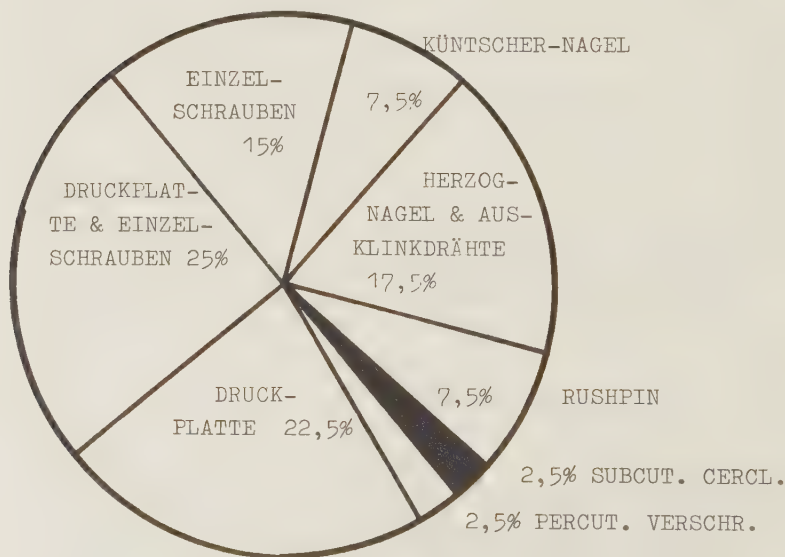


Abb. 15: Osteosynthesearten bei Spiral- und Drehkeilfrakturen der Tibia

mit Ausklinkdrähten, in je 7,5% der Küntscher-Nagel und der Rushpin zur Anwendung. Uns fiel auf, daß von den mit Druckplatte versorgten Patienten überdurchschnittlich viele zur Nachuntersuchung bestellt wurden (33,3% gegenüber 20% bei Verplattung plus Verschraubung und 6% bei Versorgung mit Einzelschrauben). Wegen der anderen Indikationsstellung kann hieraus nicht auf eine Überlegenheit der Verschraubung gegenüber der Behandlung mit Druckplatten geschlossen werden. Die kombinierte Verplattung/Verschraubung scheint in gewissen Fällen (mehrere Fragmente, Drehkeilfraktur) jedoch günstiger zu sein als die einfache Verplattung.

Die Osteosynthese an der Fibula: (27 Fälle) Hier war der Rushpin das bevorzugte Fixationsmittel; er wurde in 77,8% der Fälle verwendet. Im einzelnen kamen zur Anwendung: Rushpin in 51,9% Cerclage in 3,7%

Rushpin & Cerclage in 22,2% Platte in 11,1%

Rushpin & Schraube in 3,7% Schraube(n) in 7,4%

Andere primäre Eingriffe waren in 17 Fällen erforderlich. 6mal wurde eine Syndesmosen-Verschraubung durchgeführt, 3mal eine Bandnaht, 2mal eine Fibularesektion, einmal eine Spongiosaplastik. In 4 Fällen wurde zur Pseudarthrosenbehandlung eine Bruchspalt-Anfrischtung oder eine Fibularesektion, Callusabmeißelung und Spananlagerung durchgeführt; einmal wurde die Fibula reseziert, ein Knochenspan an die Tibia angelagert und auswärts implantiertes Metall entfernt.

Das erreichte Repositionsergebnis wird in Tabelle 4 zusammengefaßt:

	GESAMT	KONS.	OP. FÄLLE
ANATOMISCHE REPOS.	11,5%	3,8%	27,8%
ACHSENGERECHTE STELL.	40,7%	43,5%	34,7%
I.WESENTL.ACHSENGER.	24,8%	29 %	13,9%
ACHSENKNICK O. DISLOK.	2,2%	3,8%	4,2%
GELENKSTUFE O. SUBLUX.	4,8%	5,4%	1,4%
AUSREICH. STELLUNG	12,8%	14,5%	9,7%
TECHN. SCHWIERIGKEITEN	3,2%	-	8,3%

Bei der "Gesamtzahl" der Fälle sind die Patienten ausge-

nommen, die zur Behandlung von Komplikationen oder lediglich zur Metallentfernung kamen. Bei den "technischen Schwierigkeiten" ist die Fragmentstellung zwar gut, die Osteosynthese jedoch technisch nicht einwandfrei, z.B. ragte eine Schraube in die distale Tibiagelenkfläche. Bei operativer Behandlung wurde wesentlich häufiger eine anatomische Reposition erreicht als bei konservativer; ebenso sind unbefriedigende Resultate seltener (5,6% gegenüber 9,2% bei konservativer Behandlung). Dieser Vorteil wird teilweise wieder aufgehoben durch technische Mängel der Osteosynthese.

Die Infektionsrate: Störungen der Wundheilung traten in 6 Fällen auf (2,1%). Zweimal handelte es sich um eine Nekrose oder lokale Infektion, einmal um eine fortschreitende Infektion (Phlegmone), einmal um eine Otitis und zweimal um eine Osteomyelitis. Die Knocheninfektionen machten also rund 1% aus. Da die Infektionen hauptsächlich bei den operierten Fällen vorkamen, ergibt sich für diese ein höherer Prozentsatz.

Lokale Komplikationen im Heilverlauf: (Die zur Behandlung von Komplikationen geschickten Patienten und die Patienten, bei denen nur die ME vorgenommen wurde, sind ausgenommen.) Komplikationslos war der Verlauf in 72,5% aller Fälle, in 80,6% der konservativen und 60,4% der operativen Fälle. Es traten folgende lokale Komplikationen auf:

Verzögerte Callusbildung	in 4,4%
<u>Pseudarthrose</u>	in 1,2%
<u>Refraktur</u>	in 1,2%
<u>Arthrose des OSG</u>	in 0,4%
<u>Femurkopf-Nekrose</u>	in 0,4%
<u>Spitzfuß</u>	in 0,4%
<u>Beinverkürzung um 2 cm</u>	in 0,4%
Sudeck (röntgenologisch, reversibel)	in 17,4%
Chronische Osteoporose	in 1,6%
Reversible Nervenläsion	in 1,2%
Ulcus oder Decubitus	in 1,2%
Phlebitis	in 0,4%
Ausreißen einer Schraube bei vorzeit. Bel.	in 0,8%
Frühzeitige ME wegen Schmerzen	in 0,4%

Bei den 31,4% Komplikationen sind mehrfache Komplikationen an einem Patienten doppelt gezählt. Die schweren lokalen Komplikationen sind durch Unterstreichung gekennzeichnet; sie kamen in 4,8% vor, bei konservativer Behandlung in 2,1% und bei operativer in 5,5%.

Allgemeine Komplikationen traten in 6 Fällen (2,4%) auf: Einmal kam eine Lungenembolie, einmal eine Bronchepneumonie und 4mal eine Allergie vor. Auch die allgemeine Komplikationsrate lag bei konservativer Behandlung mit 2,1% niedriger als bei operativer Behandlung (5,5%). Die Bronchopneumonie war bei konservativer, die Embolie bei operativer Behandlung aufgetreten.

Sekundäre Eingriffe wegen Komplikationen mußten in 9 Fällen (3,6%) vorgenommen werden. Nicht mitgezählt sind hier die Patienten, die zur Behandlung einer Komplikation, wie Pseudarthrose oder Osteomyelitis von auswärts geschickt wurden. Zweimal wurde sekundär eine Druckplatte angelegt, 6mal ein Abszeß incidiert, eine Fistel revidiert, eine Narbenkorrektur oder Hauttransplantation durchgeführt. Einmal wurde eine Platte angelegt und die Fibula reseziert. Bei den konservativ Behandelten waren solche Eingriffe in 0,7% nötig, bei den Operierten in 8,2%. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sowohl lokale als auch allgemeine Komplikationen bei operativer Behandlung häufiger vorkamen; ebenso mußten öfter sekundäre Eingriffe vorgenommen werden.

Wir vermuten, daß die schweren Frakturen häufiger operativ behandelt wurden, und daß die Komplikationshäufigkeit der operativen Behandlung nicht durch die Methode, sondern durch die Schwere der Verletzung bedingt ist. Daher haben wir die konservativen und die operativen Fälle jeweils nach den einzelnen Frakturlokalisationen und -Formen aufgeschlüsselt: Oberschenkelfrakturen, Tibiakopffrakturen, Drehkeilfrakturen am Unterschenkel, supramalleoläre Mehrfragment- und Trümmerbrüche sowie Trümmerbrüche am Unterschenkel in Schaftmitte waren unter den operativen Fällen gehäuft, während einfache Spiralfrakturen am Unterschenkel und supramalleoläre Querfrak-

turen bei konservativer Behandlung gehäuft waren, siehe Tabelle 5:

ART DER TIBIAFRAKTUR	% DER KONS. FÄLLE	% DER OP.
TIBIAKOPFFRAKTUR	1%	3,6%
EINF. SPIRALFRAKTUR	50,5%	32,1%
DREHKEILFRAKTUR	2,9%	16,1%
SUPRAMALL. QUERFR.	4,9%	1,8%
DISTALE MEHRFR. u. TRÜMMERFR.	10,7%	26,8%
TRÜMMERFR. SCHAFTMITTE	1,9%	3,6%

Insgesamt gesehen wurden Frakturen am Unterschenkel etwa gleich häufig konservativ und operativ behandelt. Bei den Knöchelbrüchen überwog die konservative Behandlung mit 29,2% gegenüber 22,6% operierten Frakturen. Jedoch lag bei den konservativ behandelten Knöchelbrüchen nur in 51,2% eine Gabelerweiterung vor, bei den operierten dagegen in 85,6%. Femurfrakturen machten nur 0,7% der konservativen, jedoch 5,4% der operativen Fälle aus. Unsere Vermutung, daß die schweren Frakturen relativ häufiger operiert wurden, hat sich also bestätigt.

Die stationäre Behandlungsdauer betrug bei konservativer Behandlung durchschnittlich 31,2 Tage, bei operativer 33,1 Tage, war also fast gleich. Wie zu erwarten, hing sie stark von der Art der Fraktur ab.

Die gesamte Behandlungsdauer betrug bei den konservativen Fällen durchschnittlich 10,2 Wochen, bei den operativen Fällen 32,3 Wochen.

Die Arbeitsunfähigkeit betrug bei konservativer Behandlung durchschnittlich 4 Monate, bei operativer 5,5 Monate. Auch hier ist die Abhängigkeit von der Frakturart deutlich; sie betrug bei Unterschenkelfrakturen 5,6 Monate, bei Tibiafrakturen 3,2 Monate, bei Außenknöchelfrakturen 2,7 Monate und bei Bimalleolar-Frakturen 4,3 Monate. Insgesamt lag sie am häufigsten zwischen 1 und 3 Monaten bei einem Durchschnitt von 4,1 Monaten. (Hierbei sind die "Komplikationspatienten" und die ME-Patienten ausgenommen).

Die krankengymnastische Nachbehandlung dauerte durch-

schnittlich 4,5 Monate; wenn man die "Komplikations-" und ME-Fälle ausnimmt, 3,6 Monate.

Die Metallentfernung wurde in 77,3% der Fälle 1-59 Wochen nach der Operation vorgenommen, wenn man die "Komplikations"- und ME-Fälle ausnimmt. Nach 190 Wochen war auch bei letzteren das Metall immer entfernt. Die Dauer des stationären Aufenthaltes zur ME betrug im Schnitt 10,6 Tage. In 94,4% der Fälle war der Verlauf der ME völlig komplikationslos, in 4,2% war eine Infektion aufgetreten und in 1,4% traten technische Schwierigkeiten auf.

C) DIE BEHANDLUNGSERGEBNISSE: In Abb. 16 haben wir den Anteil der zur Nachuntersuchung bestellten Patienten an jedem Jahrgang dargestellt. Dieser Anteil liegt in den letzten paar Jahren deutlich höher als im Durchschnitt, d.h. diese Patienten haben mehr subjektive Beschwerden. Die Abhängigkeit des Ergebnisses vom Zeitpunkt der Befragung wird deutlich: noch nach Jahren verbessern sich die subjektiven Resultate!

Eine deutliche Häufung der konservativ oder der operativ behandelten Fälle in der Gruppe der zur Nachuntersuchung bestellten Fälle lag nicht vor. Die konservativ Behandelten waren etwas häufiger vertreten (57,5% gegenüber 54,4% beim gesamten Krankengut).

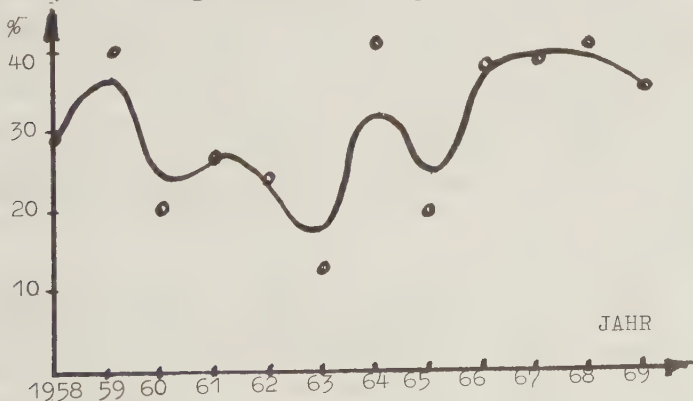


Abb. 16: Anteil der zur Nachuntersuchung bestellten Patienten am gesamten Patientengut in jedem Jahr

Einzelne Frakturformen fanden sich bei den zur Nachuntersuchung Bestellten gehäuft; hierzu gehören Bimalleolar-Frakturen(8,75% gegenüber 4,3% Anteil am gesamten Krankengut)und "Trimalleolarfrakturen" (3,75% gegenüber einem Anteil von 2,8% am gesamten Krankengut). Gabelerweiterungen kamen bei diesen Patienten in 81% der Knöchelbrüche vor gegenüber 64,4% beim gesamten Krankengut.

Eine Beeinträchtigung oder Behinderung als Unfallfolge gaben 27,6% der Befragten (ausgenommen "Komplikations-" und ME-Patienten) an. Bei 163 Antworten war angegeben worden:

eine Behinderung beim Stehen	in 0,6%
eine Behinderung beim Gehen	in 2,5%
eine Behinderung beim, Gehen, bei Sport	

und Tanz	in 0,6%
----------	---------

eine Behinderung bei Sport und Tanz	in 7,4%
-------------------------------------	---------

Behinderung ohne nähere Angabe	in 16,5%
--------------------------------	----------

Eine gleichschwere Arbeit wie vor dem Unfall konnten 97,9% der Patienten(ausg. "Komplikations"- und ME-Patienten) ausführen; bei 2,1% war dies nicht der Fall. Berufswechsel als Unfallfolge kam nicht vor. 63% unserer Patienten hatten eine vorwiegend sitzende, 37% eine vorwiegend stehende Tätigkeit. 18,9% gaben an, körperlich schwer zu arbeiten.

Renten: Da die meisten Leute nicht gegen Sportunfälle versichert sind, werden selten Renten gewährt bei Skiunfällen. Im wesentlichen kommt dies nur vor bei Kollisionen und bei Berufssportlern. Bei unseren Patienten wurde einmal eine Abfindung von 5 000 DM bezahlt, einmal 20% Dauerrente gewährt und ein Verfahren läuft noch. Bei 156 Antworten macht dies rund 2% Renten oder Abfindungen aus.

Die sportliche Betätigung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war in 61,3% aller nachuntersuchten Fälle gleich wie vor dem Unfall(63,1% bei den konservativ und 58,8% bei den operativ Behandelten), in 22,6% war sie unfallbedingt weniger (21% bei den Konservativen und 23,5% bei den Operativen) und in 16,1% war sie aus anderen Gründen weniger (15,9% bei den Konservativen und 17,7% bei

den Operierten). Es ergibt sich also kein wesentlicher Unterschied zwischen den Behandlungsmethoden.

Über Schwierigkeiten beim Bergauf- und Bergabgehen hatten 38,7% aller Nachuntersuchten zu klagen. Bei operativer Behandlung waren die Patienten deutlich seltener imstande, normal bergauf und bergab zu gehen:

	alle nachunters. F.	kons.F.	op.F.
Schwierigkeiten bergauf	6,45%	/	12,5%
Schwierigkeiten bergab	25,8%	25%	37,5%
Schwierigkeiten bei beidem	6,45%	5%	6,3%
beides normal	61,3%	70%	43,7%

Schmerzen gaben 29,1% der Befragten an. Leichte Schmerzen kamen häufiger nach operativer, mittelstarke und starke häufiger nach konservativer Behandlung vor:

	alle Befragten	kons.F.(99)	op.F.(61)
Schmerzfreiheit	70,9%	69,7%	65,5%
leichte Schmerzen	21,7%	20,2%	29,6%
mäßige Schmerzen	3,7%	6,1%	1,6%
starke Schmerzen	3,1%	4%	3,3%
ohne Angabe der Intensität	0,6%		

Unter den nachuntersuchten Patienten waren die konservativ Behandelten häufiger schmerzfrei als die Operierten. Die Schmerzlokalisation betraf gleich häufig die Bruchstelle und das Sprunggelenk (je 41,2%), während das Kniegelenk seltener schmerzte. Einen Anlauf-Schmerz hatten 32,2% der Nachuntersuchten. Völlig schmerzfrei waren nur 30,7% der nachuntersuchten Fälle (47,4% bei den konservativen und 20% bei den operativen). Im einzelnen wurde angegeben:

	alle Nachunters.	kons.	op.
Schmerzen bei langem Stehen	10,0%	10,5%	33,3%
Schmerzen bei langem Sitzen	3,3%	/	6,3%
Schmerzen bei starker Anstrengung	33,4%	31,6%	33,3%
selten Schmerzen	10%	5,25%	20%
dauernd Schmerzen	3,3%	5,25%	/
Druckschmerz	3,3%	/	6,7%

Eine posttraumatische Schwellungsneigung war bei den meisten Patienten zeitweise vorhanden. 12,5% hatten nie

damit zu tun gehabt. Im ersten Jahr nach Unfall ist die Schwellneigung häufig (39% der Fälle) und nimmt dann deutlich an Häufigkeit ab. Bei manchen Leuten bleibt sie jedoch über Jahre bestehen.

Unter Wetterfühligkeit hatten nach dem Unfall 57,7% der Patienten zu leiden. Auch diese ließ im Laufe der Zeit nach.

Eine verminderte Muskelkraft zum Zeitpunkt der Befragung gaben ca. 1/5 der Patienten an; bei konservativ und operativ Behandelten liegt diese Zahl praktisch gleich. Eine Schwäche des ehemals gebrochenen Beines gaben 55,1% der Nachuntersuchten an. Zur Objektivierung wurden die Ober- und Unterschenkelumfänge gemessen. Die Umfangsdifferenz am Oberschenkel betrug nur in einem Falle über 1 cm. Am Unterschenkel wurde nur in 46,7% ein gleicher Umfang auf beiden Seiten festgestellt. In 43,3% bestand 1cm Differenz und die größte Differenz betrug 3 cm. Erhebliche Unterschiede zwischen den konservativ und den operativ Behandelten wurden nicht gefunden.

Die Gehfunktion: 3,1% der Befragten gaben an, durch Unfallfolgen beim Gehen behindert zu sein. Ein Patient trug einen orthopädischen Schuh; Einlagen wurden in 10,7% der Fälle getragen. Bei den Nachuntersuchten war der Gang bei allen operierten Patienten normal, während ein konservativ Behandelter leicht hinkte und bei einem anderen der Fuß nach innen gedreht war (d.h. normaler Gang bei 88,2% der konservativ Behandelten.). Stöcke oder Krücken wurden von keinen Patienten benutzt.

Die Beinlänge war in 86,6% rechts und links gleich (in 84,2% bei den konservativ und 81,2% bei den operativ Behandelten). Beinverkürzungen bis 1 cm kamen bei den konservativ Behandelten in 10,5% und bei den operativ Behandelten in 18,8% der Fälle vor. Stärkere Verkürzungen traten nicht auf. Bei einem konservativ Behandelten war das ehemals gebrochene Bein 1 cm länger.

Die Gelenkumfänge am Knie- und Sprunggelenk wurden gemessen als Maß für anatomische Verhältnisse und als Maß für die augenblickliche Schwellungsneigung. Bei den

Konservativ Behandelten waren in 94,7% die Knieumfänge seitengleich, bei den operativ Behandelten nur in 81,2% der Nachuntersuchten. Bei einem konservativen Fall trat eine Differenz von 2 cm auf, bei den operativ Behandelten traten in 18,8% Differenzen bis 1 cm auf.

Am Fußgelenk hatten 89,5% der Konservativen und 68,7% der Operierten gleiche Umfänge auf beiden Seiten, während in 10,5% der konservativen und 31,3% der operativen Fälle das Fußgelenk des verletzten Beines bis 1 cm dicker war.

Die Beweglichkeit der Gelenke: Das Hüftgelenk war auf Befragen in 96,7% der konservativen und 98,3% der operativen Fälle frei beweglich. Bei den Nachuntersuchten zeigten die konservativen Fälle keine Bewegungseinschränkungen, während bei einem Operierten die Beugung leicht eingeschränkt war.

Das Kniegelenk war auf Befragen in 94,2% der Fälle frei beweglich; bei konservativer und operativer Behandlung ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede. Bei den Nachuntersuchten ergaben sich folgende Beweglichkeiten des Kniegelenks: freie Beugung in 94,8% der konservativen und 68,7% der operativen Fälle. Bei einem konservativen Fall lag eine Beugebehinderung um 5 Grad vor; bei den Operierten lagen in 18,8% Beugebehinderungen von 5 Grad vor, in je 6,25% Beugebehinderungen von 10 und 25 Grad. Die Streckung war frei in 100% der konservativ und in 86,6% der operativ Behandelten; bei letzteren lag einmal eine Streckbehinderung von 5 und eine von 10 Grad vor. Die Rotation im Kniegelenk war in 89,5% der konservativen und 81,2% der operativen Fälle normal. Bei den übrigen Fällen handelte es sich um leichte Einschränkungen. Die Beweglichkeit des Kniegelenks war also bei den operierten Fällen durchschnittlich schlechter als bei den konservativ Behandelten.

Die Beweglichkeit der Sprunggelenke war auf Befragen bei 66,7% der konservativ und 69% der operativ Behandelten frei, während leichte Einschränkungen in 17,3% bei konservativ und 25,8% bei operativ Behandelten auf-

traten. Mäßige Einschränkungen wurden von den konservativ Behandelten in 12,6% , von den Operierten in 3,5% angegeben, während starke Einschränkungen in 1,1% bzw. 1,7% angegeben wurden. Die Nachuntersuchung führte zu folgenden Resultaten:

DORSALFLEXION	KONS.FÄLLE	OP.FÄLLE
frei	50%	60%
5 Grad eingeschr.	27,8%	26,6%
10 Grad eingeschr.	16,7%	6,7%
15 Grad eingeschr.	/	6,7%
40 Grad eingeschr.	5,5%	/
PLANTARFLEXION	KONS.FÄLLE	OP.FÄLLE
frei	66,7%	53,3%
5 Grad eingeschr.	22,2%	20%
10 Grad eingeschr.	11,1%	13,35%
15 Grad eingeschr.	/	13,35%
PRO-und SUPINATION	KONS.FÄLLE	OP.FÄLLE
frei	79%	60%
leichte Einschr.	10,5%	33,5%
Einschr. ca. 1/3	10,5%	/
Einschr. ca. 1/2	/	6,7%

Die Sprunggelenke waren subjektiv bei konservativ und operativ Behandelten also gleich oft frei beweglich; mäßige Einschränkungen wurden häufiger von den konservativ Behandelten angegeben. Bei den nachuntersuchten Fällen ergab sich bei den Operierten eine günstigere Möglichkeit der Dorsalflexion, während bei den konservativen Fällen die Plantaflexion günstiger abschnitt. Die Beweglichkeit im USG (Pro- und Supination) war bei den konservativ Behandelten besser. Bei bimalleolären Knöchelbrüchen waren Bewegungseinschränkungen der Sprunggelenke häufiger als bei Außenknöchelbrüchen (freie Beweglichkeit in 57,2% der Außenknöchelbrüche und 12,5% der Bimalleolarbrüche).

Sonstige Beschwerden: Varicosis und Neigung zu Venenentzündungen wurde von 3 Patienten angegeben (3,3%), Druckgefühl bei langem Stehen von einem, Empfindlichkeit der Operationsnarbe von 4 Patienten. Je einmal wurde über

ein X-Bein mit Fehlbelastung des Fußes und über eine Beinverkürzung mit Skoliose geklagt. Ein Patient gab an, er habe sich als Unfallfolge einer Meniskus-Operation unterziehen müssen (es handelte sich um eine Tibiakopf-fraktur). Bei der Nachuntersuchung zeigten sich noch folgende Befunde: Bei den konservativ Behandelten 2mal Arthrosis deformans, einmal eine Druckstelle vom Gips, 3mal Sensibilitätsstörungen oder Parästhesien. Bei den Operierten waren 3mal Parästhesien an der Bruchstelle oder der Narbe vorhanden, 2mal handelte es sich um eine abgeklungene Osteomyelitis, 3mal war die Frakturstellung unbefriedigend, einmal lagen degenerative Veränderungen vor. Diese "Spätkomplikationen" sind bei den Operierten also häufiger als bei den konservativ Behandelten.

Faßt man alle aufgeführten Einzelresultate zusammen, so findet man bei den operierten Fällen ein schlechteres Gesamtergebnis als bei den konservativ Behandelten. Unserer Meinung nach beruht dies vor allem darauf, daß relativ mehr schwere Verletzungen operiert wurden als es dem Durchschnitt entspräche. Eine Aufgliederung der Resultate nach den einzelnen Frakturformen und Behandlungsmethoden wurde versucht. Es ergaben sich dabei aber so kleine Gruppen, daß das Unterfangen sinnlos war. Daher wird hier nur allgemein der Vergleich zwischen konservativ und operativ behandelten Fällen dargestellt. Die kombinierte konservativ-operativ behandelten Fälle wurden dabei ausgeklammert.

D) DIE UNFALLURSACHEN UND VERLETZUNGSMECHANISMEN:

Von unseren Patienten verletzten sich 28,6% auf einem Skitagesausflug, 24,6% an einem Skiwochenende und 46,8% in einem längeren Urlaub.

8,4% der Patienten gaben an, sich bei der ersten Abfahrt im Winter verletzt zu haben, 11,1% beim ersten Skitag im Winter. 9,5% hatten sich bei der ersten Abfahrt im Skiurlaub bzw. an dem Skiwochenende oder Skitagesausflug verletzt. 6,5% gaben an, sich in der ersten Stunde nach Beginn des Skilaufs in diesem Urlaub etc. verletzt

zu haben; 33,4% hatten sich am ersten Urlaubstag verletzt. Insgesamt ereignete sich also fast die Hälfte der Unfälle am ersten Urlaubstag (49,4%). Auch wenn man bedenkt, daß die Hälfte der Patienten sich auf einem 1- oder 2-tägigen Ausflug befand, bedeutet dies eine beachtliche Unfallhäufung und somit auch -Gefährdung am ersten Urlaubstag. Wir führen diese auf schlechte körperliche Kondition wegen mangelnden Trainings und auf fehlende Akklimatisation zurück.

Von den Verunfallten hatten sich nach eigenen Angaben 54,3% nicht auf das Skilaufen vorbereitet; 18,3% hatten Skigymnastik, 22,6% Konditionstraining und 4,8% sowohl Skigymnastik als auch Konditionstraining betrieben.

In Abb. 17 haben wir die Verteilung der Unfälle über den Tag dargestellt. Die meisten Unfälle ereigneten sich nachmittags zwischen 14 und 17 Uhr (61%), wobei der Häufigkeitsgipfel zwischen 16 und 17 Uhr lag. Wir deuten dies als einen Einfluß der Ermüdung.

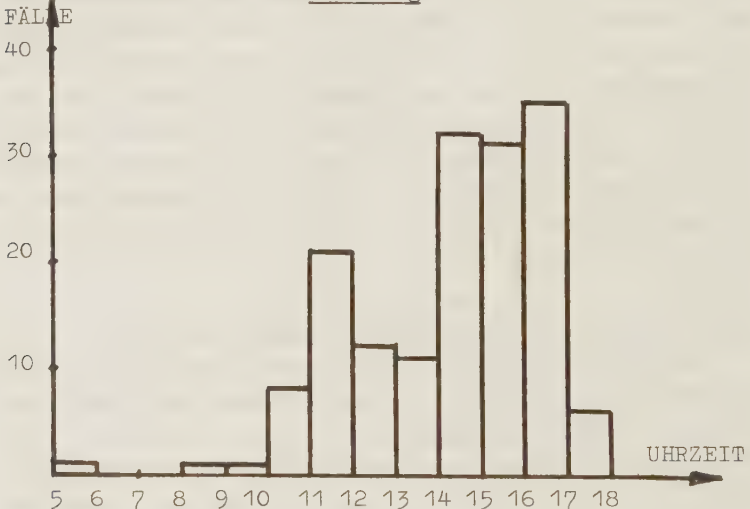


Abb. 17 : Verteilung der Unfälle über den Tag

Die meisten Verletzungen ereigneten sich auf der Pi-

ste (68,2%), 21,8% im Tiefschnee, 8,9% auf einer Tour und 1,1% auf einem Ziehweg. Die vielen Unfälle auf der Piste erklären sich dadurch, daß heute hauptsächlich Pistenskilauf betrieben wird. Der Tiefschnee ist besonders gefährlich, wenn man unbeabsichtigt in ihn hineingerät und die Technik des Tiefschneefahrens nicht beherrscht.

Die Unfälle verteilten sich mit 24,4% auf das obere, 40,5% auf das mittlere und 35,1% auf das untere Pisten-drittel. Eine Häufung im ersten Drittel ließe auf mangelndes Aufwärmen schließen. Von den Verunglückten hatten sich 63,9% aufgewärmt und 36,1% nicht.

Die meisten Unfälle ereignen sich bei Pulverschnee, weil da am meisten gefahren wird. Es folgen die Unfälle bei Pappschnee. Wir fanden eine Häufung der Außenknöchelbrüche bei Pappschnee und der Innenknöchel- und Bimalleolarfrakturen bei Pulver. Auch bei Wechselschnee kommen häufig Unfälle vor (durch die Bremswirkung des schweren Schnees). Im einzelnen wurden folgende Schneearten genannt:

Pulver	in 23,2%	Abkommen von d. Piste	13,4%
Pappschnee	in 17,4%	Firnschnee	in 8,7%
Wechselschnee	in 15,7%	Bruchharsch	in 7,7%
Eis	in 14%	apere Stelle	in 0,6%

Die Sichtverhältnisse waren in 65,5% gut; mäßige Sicht herrschte in 21,2% der Fälle. 13,4% der Unfälle ereigneten sich bei schlechter Sicht (Nebel, Schneesturm, Dämmerung). Einige Patienten gaben den schlechten Sichtverhältnissen (mit) Schuld an ihrem Unfall.

Sicherheitsbindungen benutzten nach ihren Angaben 73,8% der Patienten. Die Verteilung auf die einzelnen Marken nennen wir nicht, da uns die Verteilung derselben auf der Piste nicht bekannt ist. Die Art der Sicherheitsbindung wurde folgendermaßen angegeben:

Vorderstrammer	in 41,9% der Fälle
Sicherheitsbacken	in 11,1% der Fälle
Fersenautomatik	in 8,6% der Fälle
Langriemen-Drehteller	in 3,4% der Fälle

Langriemen plus Sicherheitsbacken	in 0,9% d. F.
Sicherheitsbacken plus Fersenautomatik	in 5,1% d. F.
Vorderstrammer und Sicherheitsbacken	in 29% d. F.

Es hatten also nur 34% der Verletzten eine SB (Sicherheitsbindung) mit Drehsturz- und Frontalsturzauslösung. Die sogenannten SB öffneten in 79,2% der Fälle überhaupt nicht beim Sturz, 0,8% öffnete vorzeitig, 5,6% zu spät und 8,8% nur teilweise. Bei den mit SB ausgerüsteten Patienten hatte sich die Bindung in 5,6% rechtzeitig geöffnet.

Trotzdem waren 60% der Patienten mit SB der Meinung, die Bindung sei richtig eingestellt gewesen. Die anderen hielten die Bindung für zu hart eingestellt; nur in zwei Fällen sei sie zu weich eingestellt gewesen. Dem entspricht die Seltenheit der verfrühten Öffnung der SB; die meisten Unfälle ereigneten sich durch Nicht-Öffnen oder nur teilweises Öffnen der SB. Die SB wurden in 84,7% der Fälle nicht mit einem Prüfgerät beim Fachhändler eingestellt.

Zusammenfassend läßt sich zur SB sagen, daß rund 3/4 aller Patienten eine solche benutzten. Hiervon war aber nur 1/3 der Bindungen mit Frontal- und Drehsturzsicherungsversehen, also funktionsfähig (das sind rund 1/4 der Gesamt-Patientenzahl). Von diesen war aber nur ein Teil beim Fachhändler eingestellt worden, kann also als nach den heutigen Möglichkeiten richtig eingestellt betrachtet werden. Dem entspricht die Zahl von 5,6% rechtzeitig geöffneten SB (bezogen auf die Gesamtzahl der SB) ungefähr.

Die Fahrweise: 25,2% der Verletzten hatten sich aus schneller Fahrt, 30,2% aus mittlerer Fahrt, 32,4% aus langsamer Fahrt, 10,6% aus dem Stand und 1,6% beim Sprung eine Fraktur zugezogen. 79,5% der Patienten gaben an, vorsichtig zu fahren, während 20,5% nach eigenen Angaben waghalsig und über ihre Verhältnisse fahren.

Das skifahrerische Können: Unter den Patienten waren auffällig wenig Anfänger; das überrascht, da ja Anfänger i.a. als besonders gefährdet angesehen werden.

Nach eigener Einschätzung waren unsere Patienten in 20,6% Anfänger, in 40% mittlere Läufer und in 39,4% Fortgeschrittene im Skilauf. Skikurse hatten 59,5% der Befragten besucht. Wir haben die Fahrer mit SB und die Fahrer ohne SB jeweils nach ihrem skiläuferischen Können aufgeteilt:

FAHRER MIT SB	FAHRER OHNE SB
15,5% Anfänger	<u>32,6% Anfänger</u>
39,7% mittlere Läufer	41,3% mittlere Läufer
<u>44,8% Fortgeschrittene</u>	26,1% Fortgeschrittene

Unter den Fahrern mit SB befanden sich also mehr gute Läufer als bei den Fahrern ohne SB. Die Anfänger mußten durch die schlechtere Ausrüstung also noch zusätzlich gefährdet sein. Vielleicht liegt die niedrige Quote von Anfängern im Verletztengut aber einfach daran, daß es nur wenige Anfänger gibt!

Die Skipraxis: Rund die Hälfte der Unfälle ereignete sich bei Fahrern mit einer Skipraxis von 0-5 Jahren, wobei der Gipfel bei einer Skipraxis zwischen 4 und 5 Jahren liegt. Mangelnde Erfahrung kommt bei dieser Gruppe aber praktisch nicht mehr als Unfallursache in Frage. Eine Häufung von Unfällen bei einer Skipraxis unter einem Jahr konnten wir nicht finden.

Der Unfallmechanismus wurde folgendermaßen angegeben:

Abdrehen eines Beines nach außen	in 26%
Überkreuzen der Skispitzen, Innenrotation	in 19,3%
Sturz nach vorn	in 13%
Aufprall auf ein Hindernis	in 8,9%
Kombinierter Dreh- und Frontalsturz	in 5,7%
Zusammenstoß mit anderem Läufer	in 4,2%
"Verkanten" des Skis	in 4,2%
Verletzung beim Sprung	in 0,5%
Sonstiges (z.B. auch "Verdrehen des Beins")	in 18,2%

Erwartungsgemäß stehen die Rotationsmechanismen zahlenmäßig an der Spitze, wobei wiederum die Außenrotation, wie allgemein in der Literatur angegeben, überwiegt. Die Häufigkeit von Aufprallen auf ein Hindernis und von Kollisionen mit anderen Läufern(zusammen ca. 13%) fällt auf.

Im Fragebogen haben wir die Patienten gefragt, welchem Umstand sie selbst die Schuld an ihrer Verletzung geben. Hier wurden genannt: Übermüdung (oft), neue und ungewohnte Skier, falsch eingestellte SB, Unterkühlung, schlechte Kondition, plötzlicher Klimawechsel, Menstruation, schlechte Pistenmarkierung, Leichtsinn, höhere Gewalt, Angst (oft). Ein Patient fuhr auf dem Rücken seine verletzte Frau zu Tal und stürzte dabei in einer Mulde.

Da einige Patienten von sich aus an eine psychosomatische Genese dachten, - eine Frau erzählte z.B. , ihr 6jähriger Sohn sei zweimal aus dem Lift gefallen , sie habe sich aufgeregt und sei gestürzt - fragten wir die nachuntersuchten Patienten nach psychischen Hintergründen bei dem Unfall. 17,6% der Befragten gaben an, Angst gehabt zu haben, 5,9% hielten psychische Hintergründe für möglich und ebenso viele für wahrscheinlich. 70,6% der Befragten lehnten sie ab. Eine Frau erzählte dabei, sie glaube nicht, daß der Unfall durch seelische Ursachen (mit)bedingt gewesen sei; ihr habe nur der Ort, wo sie mit ihrem Mann skilief, nicht gepaßt, es machte ihr keinen Spaß dort. Ihr Mann jedoch wollte unbedingt dort bleiben. Sie brach sich den Knöchel und brauchte nicht mehr an dem verhassten Ort skizulaufen...

Zum Schluß soll noch gesagt werden, daß viele Patienten durch die Befragung naturgemäß überfordert waren: erstens lag der Unfall bei manchen 12 Jahre zurück, so daß sie sich unmöglich an alle Einzelheiten des Unfallhergangs erinnern konnten, zum anderen nimmt man in der Schreck-Sekunde beim Sturz die Situation nicht immer objektiv richtig wahr.

So kam es, daß der Versuch, eine Korrelation zwischen Unfallhergang und Bruchform herzustellen, nicht sehr überzeugend ausfiel. Bei Innenrotation trat in 58,3% eine Unterschenkelfraktur und in 16,6% eine Außenknöchelfraktur auf. Bei Außenrotation frakturierte in 65,3% der Unterschenkel und in 10,2% nur die Tibia. Beim Aufprall auf ein Hindernis und beim Zusammenstoß mit einem ande-

ren Läufer kamen relativ häufig (in 16%) isolierte Tibiafrakturen vor. Die Tibiakopf-Brüche entstanden alle durch diesen Mechanismus. Beim Sturz nach vorne traten 45% supramalleoläre Querfrakturen und distale Mehrfragment- und Trümmerbrüche zusammengekommen auf. Allerdings fanden sich bei den Frontalstürzen auch 35% Spiral- und 5% Drehkeilfrakturen, was eigentlich nicht paßt. Bei Innen- und Außenrotation trat etwas häufiger als sonst eine Spiral- oder Drehkeilfraktur auf, relativ häufig distale Mehrfragment- und Trümmerbrüche und sogar eine Unterschenkel-Trümmerfraktur in Schaftmitte. Die vermuteten Zusammenhänge lassen sich also nur andeutungsweise und mit etwas Phantasie erkennen.

Z U S A M M E N F A S S U N G

In der Einleitung wird die Entwicklung des Skilaufs von einer Brauchkunst für Jäger und Bauern zu einer städtischen Sportart geschildert; die wichtigsten Vorstufen (Trittlinge, Schneereifen) und Formen des Skis (arktischer Ski, Südski, Onder, skandinavischer und alpiner Ski) werden beschrieben.

Das Verletzungsrisiko beim Skilauf liegt mit 0,1% pro Tag im Vergleich zu anderen Sportarten niedrig; die Verletzungen sind jedoch durchschnittlich schwerer als bei anderen Sportarten.

An inneren, in der Person des Skiläufers begründeten Unfallursachen werden in der Literatur genannt: die seelische Unfallbereitschaft, mangelnde physische Kondition, Unterkühlung, Ermüdung, mangelnde Beherrschung der Skitechnik, fehlende Skipraxis (Erfahrung), mangelnde Vorsicht und schlechte Ausrüstung. An äußeren Unfallursachen sind Schnee-, Pisten-, und Sichtverhältnisse und Geländegefahren zu nennen.

In unserem eigenen Krankengut häuften sich die Unfälle am 1. Urlaubstag durch schlechte Kondition (ca. die Hälfte der Fälle). Rund 60% der Unfälle ereigneten sich nachmittags bei zunehmender Ermüdung. Rund 20% der Patien-

ten gaben an, unvorsichtig gefahren zu sein. Mit Sicherheitsbindungen, welche beim Sturz ausgelöst hatten, waren nur 4% aller Patienten und 5,6% der Patienten mit SB ausgerüstet. Die meisten Unfälle ereigneten sich bei Pulver-, Papp- oder Wechselschnee und bei guter Sicht. Unfälle durch unterlassene Aufwärmung, mangelnde Beherrschung der Technik und bei geringer Skipraxis waren selten.

Bei den Skisportverletzungen nehmen nach den Angaben aus der Literatur die Frakturen relativ ab, die Distorsionen zu. 80% der "Skifrakturen" betreffen das Bein, meist in Form von Frakturen am Unterschenkel und Frakturen des OSG. Die Frakturen am Unterschenkel nehmen auf Kosten der Knöchelbrüche zu. Die häufigsten Frakturformen sind die Spiral- und Drehkeilfraktur des Unterschenkels und der Tibia; supramalleoläre Quer- und Trümmerfrakturen kommen seit 1956/57 vor. Bei den Knöchelbrüchen überwiegen isolierte Außenknöchelfrakturen, jedoch sind alle Arten von Knöchelbrüchen möglich.

Bei der Altersverteilung hat sich der Häufigkeitsgipfel von der 4. in die 2. Dekade vorverlagert. Bei Kindern sind Knöchelbrüche selten; isolierte Tibiafrakturen und Stiefelrand-Brüche treten gehäuft bei Kindern und Jugendlichen auf. Unter den Verletzten befinden sich mehr Männer als Frauen. Unterschenkel- und Tibiafrakturen treten gehäuft bei Männern, Knöchelbrüche gehäuft bei Frauen auf.

Bei der Altersverteilung in unserem eigenen Krankengut liegt der Gipfel im 3. Dezennium. Die Verteilung auf die Geschlechter war gleichmäßig. Rund $\frac{2}{3}$ aller Frakturen lokalisierten sich am Unterschenkel; 23% waren Knöchelbrüche. Spiral- und Drehkeilfrakturen machten am Unterschenkel zusammen über 50% aus; distale Mehrfragment- und Trümmerbrüche waren in ca. 20% und supramalleoläre Querfrakturen in ca. 4% vorhanden. Die Hälfte der Knöchelbrüche waren isolierte Außenknöchelbrüche. In $\frac{2}{3}$ der Fälle von Knöchelbrüchen lag eine Gabelerweiterung vor.

Bei Kindern und Jugendlichen traten relativ häufig isolierte Tibiafrakturen und reine Spiralfrakturen auf. Die supramalleolären Frakturen waren bei den Erwachsenen häufiger Trümmerfrakturen bei den Kindern und Jugendlichen häufiger Querfrakturen. Bei Frauen traten mehr Knöchelbrüche auf, bei Männern mehr Unterschenkel- und Tibiafrakturen. In den letzten Jahren nehmen die Unterschenkel- gegenüber den Knöchelbrüchen zu; Spiralfrakturen gehen an Häufigkeit zurück und Drehkeil-, Biegeungskeil-, sowie distale Mehrfragment- und Trümmerbrüche zeigen steigende Tendenz.

Der Verletzungsmechanismus: Zwischen dem Tibiakopf-Durchmesser und dem Kochenbruchmoment besteht eine Proportionalität, die nur vom Alter beeinflusst wird. Das Biegebruchmoment ist rund 3mal so groß wie das Drehbruchmoment. Stürze aus langsamer Fahrt sind oft recht gefährlich. Eine mittlere Gelenkstellung (Vorlage) ist für die Abfahrt und den Sturz am günstigsten. Unterschenkel-Spiralfrakturen entstehen meist durch Außenrotation, Tibiaspiralfrakturen durch Innenrotation. Bei Frontalstürzen entstehen supramalleoläre Quer- oder Trümmerfrakturen durch einen Biegeungsmechanismus um den Schuhrand als Hypomochlion und evtl. zusätzliche Stauchung.

Die Sicherheitsbindung gibt im Sturz das Bein frei. Bei funktionierender SB sind Unterschenkelfrakturen 200 mal seltener als bei Backenbindung. Zur Zeit versagen jedoch rund 80% der SB. Einstellung nach der IAS-Tabelle ist nötig.

Die Frakturheilung kann auf dem Wege über die Callusbildung (sekundäre Knochenheilung) oder bei stabiler Osteosynthese direkt durch intracaniculäre Osteogenese (primäre Knochenheilung) vor sich gehen. Bei mangelhafter Ruhigstellung bildet sich stattdessen eine Pseudarthrose.

Die konservative Therapie ist belastet durch Bewegungseinschränkungen der ruhiggestellten Gelenke, die operative Therapie durch das Infektionsrisiko. An lokalen Komplikationen können auftreten: die Sudeck-Dystrophie,

verzögerte Konsolidierung, Pseudarthrose, Wundheilungsstörungen, die Metallose bei operativer Frakturversorgung und die Arthrosis deformans als Spätkomplikation bei in schlechter Stellung geheilten Frakturen. An allgemeinen Komplikationen sind die posttraumatische Fettembolie und die Thrombo-Embolie am wichtigsten.

Schenkelhalsfrakturen werden meist operativ mit einem Schenkelhals-Nagel versorgt. Per- und subtrochantere Frakturen werden häufig operiert; zur Fixation werden verwendet: Schenkelhals-Laschennagel, 130 Grad-Winkelplatte, bei der subtrochanteren auch Kondylenplatte, Marknagel, oder 2 AO-Druckplatten. Oberschenkelchaft-Brüche werden mit Dauerextension, Marknagelung oder Druckplatten-Osteosynthese (mit 2 Platten) behandelt. Bei Frakturen des distalen Oberschenkel-Endes kommen in Frage: Extension, Gipshülse, Nagelung, Rushpinnung, Verplattung mit der Kondylenplatte und Verschraubung mit Spongiosaschrauben. Patellafrakturen mit Zerreißung des Reservestreckapparates werden am besten operativ mit Zuggurtung versorgt.

Tibiakopffrakturen müssen oft zur Vermeidung einer posttraumatischen Arthrose operiert werden; zur Fixation werden Doppelgewinde-Schrauben o. ä., Kondylenplatten oder Spongiosaschrauben verwendet, manchmal auch die Cerclage. Spiralfrakturen am Unterschenkel können konservativ mit Extension und Gips oder operativ mit Cerclagen, Zugschrauben, Druckplatten oder Marknagelung behandelt werden. Cerclagen und Schrauben sind nur bei langen, Marknagelung nur bei kurzen Bruchlinien günstig. Bei isolierter Tibiaspiralfaktur wird beim Erwachsenen die Fibulaosteotomie durchgeführt; kindliche Frakturen werden fast immer konservativ behandelt.

Die übrigen Unterschenkelchaft-Frakturen werden konservativ, oder mit Druckplatte, Marknagel nach Küntscher oder Herzog, evtl. auch mit der Bündelnagelung behandelt. Bei den supramalleolären Querfrakturen kann konservativ vorgegangen werden (Extension oder sofort Gips). Die distalen, intraartikulären Mehrfragmentbrüche mit Disloka-

tion müssen nach AO-Kriterien alle operiert werden. Wir haben die zu guten Resultaten führende AO-Operationstechnik beschrieben.

Die Knöchelbrüche werden eingeteilt nach der Art ihrer Entstehung oder nach pathologisch-anatomischen Gesichtspunkten. Sie können behandelt werden durch konservative Reposition und Ruhigstellung in Gips, wobei die genetische Reposition bessere Resultate liefert als die vorher übliche Methode. Bei schweren Knöchelbrüchen (z.B. mit Kantendreiecken) sind die Ergebnisse der konservativen Behandlung nicht befriedigend. Bei der operativen Behandlung der Sprunggelenks-Luxationsfrakturen nach AO-Prinzipien wird der Außenknöchel in den Mittelpunkt gestellt. Alle Band- und Knochenläsionen werden versorgt. Postoperativ kann frühzeitig bewegt werden. Die Resultate sind bei allen Schweregraden fast gleich gut. Andere Methoden zur Fixation von Knöchelbrüchen wurden erwähnt. Die Stauchungsfrakturen des OSG werden entweder rekonstruiert oder mit einer Früharthrodese versorgt; die konservative Behandlung ist nicht sehr dankbar.

Die seltenen Frakturen am Fuß können meist konservativ behandelt werden mit Entlastungs- und Übungsbehandlung; Talushalsfrakturen werden evtl. operiert.

Bei unserem eigenen Krankengut betrug die stationäre Behandlungsdauer durchschnittlich 35 Tage, die Gesamtbehandlungsdauer 22,4 Wochen. In 54,4% der Fälle wurde konservativ, in 33,7% operativ und in 11,9% kombiniert behandelt. An der Tibia wurden hauptsächlich Druckplatten, Zugschrauben oder eine Kombination von beiden verwendet. Marknägels, Cerclagen und Rushpins kamen seltener zur Anwendung. Das Repositionsergebnis der operativ behandelten Fälle war im Durchschnitt besser als das der konservativ behandelten. Die Infektionsrate betrug 2,1%; davon waren 1% Knocheninfektionen (bez. auf das gesamte Krankengut). Die Infektionen gingen hauptsächlich zu Lasten der operierten Fälle. Lokale und allgemeine Komplikationen waren bei operativer Therapie häufiger als bei konservativer; schwere Frakturen wurden

dabei allerdings häufiger operiert. Die stationäre Behandlungsdauer war bei konservativ und operativ behandelten Fällen praktisch gleich. Die Gesamtbehandlungsdauer betrug bei konservativer Behandlung 10,2 Wochen, bei operativer 32,3 Wochen.

Rund $\frac{1}{4}$ der Patienten fühlte sich durch die Unfallfolgen behindert. 97,9% konnten eine gleichschwere Arbeit ausführen wie vor dem Unfall. Renten und Abfindungen wurden in ca. 2% gezahlt.

Rund 30% der Patienten klagte über Schmerzen, 3,1% waren beim Gehen behindert; Beinverkürzungen über 1 cm traten nicht auf. Die Beweglichkeit des Kniegelenks war bei den operierten Fällen durchschnittlich schlechter als bei den konservativen Fällen. Die Sprunggelenke waren in 66,7% bei konservativen und 69% bei operativen Fällen frei beweglich. Insgesamt sind die Resultate bei den operativ Behandelten schlechter, was auf die Indikationsstellung (häufiges Operieren bei schweren Frakturen) zurückgeführt werden muß.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S :

- 1)Ahrer,E. u. Bauer,M.:Entstehung und Behandlung der tiefen Querbrüche des Unterschenkels, Mschr. Unfallhk. 1969, 259
- 2)Allgöwer,M.: Verschraubung von Tibiafrakturen, Helv. chir. Acta 28,(1961)214
- 3)Allgöwer,M.: Osteosynthese und primäre Knochenheilung, Langenb. Arch. klin. Chir. 308,(1964), 423
- 4)Allgöwer,M. , Müller,M.E. , Schenk,R. u. Willenegger,H.: Biomechanische Prinzipien der Metallverwendung am Knochen, Langenb. Arch. klin. Chir. 305(1963),1
- 5)Amann,A.: Indikation zur Operation der Sprunggelenksverletzungen, Hefte Unfallhk. 92, (1966), 48
- 6)Asang,E.: Der typische Skiunfall im Wandel der Abfahrtstechnik, M.M.Wschr. 103, 2433(1961)
- 7)Asang,E.: Typische Skiunfallverletzungen. Entwicklung in den Jahren 50/51 -60/61. Chir. Praxis 6(1962),521
- 8)Asang,E.: Typische Skiverletzungen. In:Skitraumatologie von Ernst Hipp,1967
- 9)Asang,E.: 20 Jahre Skitraumatologie - Verlaufs- und Funktionsstatistik. Verletzungsprophylaxe auf dem Prüfstand und in der Praxis. Kongress-Bericht vom 9. Internat. Kongr. für Skitraumatol. u. Wintersportmedizin in Garmisch-Partenkirchen(1970),S.21
- 10)Asang,E. ,Posch,P. u. Engelbrecht,R.: Experimentelle Untersuchungen über die Bruchfestigkeit des menschlichen Schienbeins. Mschr. Unfallhk. 1969,336
- 11)Bätzner,K.: Verletzungen beim Skilauf. Deutsche Med. Wschr. 82, 276(1957)
- 12)Bandi,W.: Zur Mechanik der supramalleolären intraartikulären Schienbeinbrüche des Skifahrers. Kongr. Bericht Skitraumatol. Garmisch 1970, S.74 (siehe9.)
- 13)Baumgartner,W.: Ergebnisse der konservativen Behandlung der Skifrakturen des Unterschenkels. Sportarzt 1959, 202
- 14)Baumgartner,W.: Die Sicherheit der Skiabfahrt aus der Sicht des Sportarztes. 4. Kongr. Skitraumatol. 1960

- 15) Benk, F.: Die Geschichte des Skilaufs und seine wirtschaftliche Bedeutung. Diss. Innsbruck 1956
- 16) Bernbeck, R.: Die supramalleoläre Unterschenkelfraktur durch den Skistiefel als Hypomochlion.
Arch. Orthop. Unfallchir. 51, 483 (1960)
- 17) Bennett, P. u. Hipp, E.: Oberschenkelfrakturen. In: Skitraumatologie von E. Hipp (1967)
- 18) Biener, K.: Skisportunfälle - Morbidität und Prävention. Sportarzt 1968, S. 3
- 19) Blum, H.: Beitrag zur operativen Behandlung der Unterschenkelfrakturen. Diss. Zürich 1956
- 20) Boder, H. Chr.: Skisport und Frakturen der unteren Extremität. Münch. Med. Wschr. 99, 1637 (1957)
- 21) Böhler, J.: Der Abriß der medialen Knöchelspitze, eine typische Skiverletzung. Arch. Orthop. Unfallchir. 49, 147 (1957)
- 22) Böhler, L.: Technik der Knochenbruchbehandlung, Maudrich-V. Wien 1938 Bd. 1 u. 2 ; Bd. 2 1954
- 23) Böhler, L.: Fehler bei der Behandlung von Unterschenkelchaftbrüchen. Hefte Unfallhk. 45, (1953), 6
- 24) Böhler, L.: Konservative oder operative Behandlung der Torsionsbrüche beim Skilaufen? Sportarzt 1959, 204
- 25) Böhler, L.: Behandlung der Unterschenkeldrehbrüche (geschlossen). Hefte Unfallhk. 78, (1964), 265
- 26) Böttger, G.: Über Osteosynthesebedingte Achsenfehlstellungen bei der Versorgung von Unterschenkelbrüchen durch Küntschernagelung. Mschr. Unfallhk. 70, (1967), 337
- 27) Bohne, P.: Zur Technik und Statik des Skilaufs. Sportarzt 1957, 42
- 28) Breitner, B.: Sportschäden und Sportverletzungen Enke-V. Stuttgart 1953 (2. Aufl.) und 1937 (1. Aufl.)
- 29) Cadalbert, M., Huggler, A.H., Infanger, K., Schamann, M.: Erfahrungen in der Behandlung distaler intraartikulärer Tibiafrakturen. Kongr. Ber. Skitraumatol. Garmisch 1970, 119 (siehe 9.!))
- 30) Cauchoux, J., Duparc, J. et Vayre, P.: Les Fractures malléolaires consécutives aux accidents de Ski.

La Revue du Practicien 11, (1961), 3287

- 31)Clairmont: Zit. nach Petitpierre, siehe dort
- 32)Corrodi,E.: Die Ergebnisse der Behandlung frischer Unterschenkelfrakturen Erwachsener mittels Zug-schraubenosteosynthese. Diss. Basel 1963
- 33)Debrunner,A.: Ergebnisse der Unterschenkelbruchbehandlung am Bürgerspital Solothurn 1954-58
Diss. Zürich 1961
- 34)Dowisch,E.: Schach dem Skiunfall. 1.Aufl. 1930
- 35)Durst,J. u. Heller,W.: Pathogenese und Klinik der FetteMBOLIE. Kongr. Ber. Skitraumatol. Garmisch 1970 (siehe 9.!)
- 36)Earle,A.S., Moritz,J.R., Saviers,G.B. ,Bale, J.D.: Ski Injuries . The Journal of the Am. Med. Ass. 180 (1962), 289
- 37)Ehalt,W.: In:Klin. Chir. für die Praxis,Bd. 4 Thieme-V. 1966
- 38)Eigenthaler,L. u. Müller,W.: Drahtnaht der Innenknöchelbrüche und ihre Ergebnisse. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 40
- 39)Ewer,E.G.: Ski Fractures of the Fibula. J.Bone Jt. Surg. 38A, 442 (1956)
- 40)Faulwetter,F.: 13 Jahre Erfahrungen mit der Federkopfschraube nach Maatz bei Knöchelverschraubungen. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 33
- 41)Fischer-Wasels,J.:Das Sudeck-Syndrom nach Fehlbehandlung. Mschr. Unfallhk. 66 (1963), 284
- 42)Fleisch,H.: Die Knochenbildung und ihre medikamentöse Beeinflussung. Hefte Unfallhk. 91, S.78
- 43)Frank,E.: Über den neuen typischen Unterschenkelbruch beim Skilauf. Chir. Praxis 4, 447 (1960)
- 44)Freese,P.: Ergebnisse der konservativen Behandlung von 217 Unterschenkelchaftfrakturen. Mschr, Unfallhk. 68, (1965), 489
- 45)Friedebold,G. u. Hauslik,L.: Die Traumatologie der tibio-fibularen Bandverbindungen. Mschr. Unfallhk. 1961, 457
- 46)Friedebold,G.: Die Indikation zur primären Arthrodese des OSG nach Verletzungen. Hefte Unfallhk.92,(1966),

- 47)Gaal,J. u. Kiss,J.: Sofortversorgung der instabilen Knöchelbrüche. Mschr. Unfallhk. 1968, 501
- 48)Gardemin,H.: Röntgenologische Pathologie der post-traumatischen Arthrosis deformans. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 172
- 49)Geiser,M.: Kritische Bemerkungen zur Frage der Cerclage von Torsions- und Schrägfrakturen des Schaftknochens, insbesondere der Tibia. Schweiz. Med. Wschr. 88, 137 (1958)
- 50)Geiser,M.: "Soudure autogène" und per primam Heilung bei stabil fixierten Schaftfrakturen?
Helv. Chir. Acta 28,(1961), 499
- 51)Gelehrter,G.: Verletzungen beim Wintersport. Stuttgart 1966
- 52)Gergen,M.: Klinik und Behandlungsergebnisse post-traumatischer Fettembolien. Mschr. Unfallhk. 1961, 365
- 53)Giebel,M.G.: Knöchelbrüche mit Verschiebung, frisch geschlossen. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 12
- 54)Grünnagel,H.H. u. Adloff,D.: Skiverletzungen der unteren Extremität im Hinblick auf Sicherheitsbindung und Schuhwerk. Deutsche Med. Wschr. 88, 711,(1963)
- 55)Grünnagel,H.H.: Der unfallverhütende Wert der Skisicherheitsbindung bei der Verletzung der unteren Extremität. Mschr. Unfallhk. 68, (1965), 103
- 56)Grujic,M.: Behandlung der posttraumatischen Arthrose nach Verletzungen des Oberen Sprunggelenks.
Hefte Unfallhk. 92, (1966), 132
- 57)Hackethal,K.H.: Die Bündelnagelung. Heidelberg 1961
- 58)Haid,B.: Zur Linkshäufigkeit der Skiverletzungen.
Sportärztl. Praxis 1 (1958),20
- 59)Heim,K.: Zur Operationstechnik der distalen intra-articulären Tibiaimpressionsfraktur. Kongr. Ber. Skitraumatologie, Garmisch 1970 (siehe 9.!)
- 60)Heipertz,W.: Behandlung der in Fehlstellung verheilten Frakturen des Oberen Sprunggelenks.
Hefte Unfallhk. 92, (1966), 124
- 61)Heiß,F.: In: Lehrbuch der Sportmedizin, Herausg. Arnold, A. 1960, Leipzig (2. Aufl.)

- 62) Hellner, H.: Verletzungen der unteren Extremität.
In: Hellner, Nissen, Vosschulte - Lehrbuch der
Chirurgie Thieme-V. 1967
- 63) Henke, G.: Vergleichende Ergebnisse der konservati-
ven und operativen Knöchelbruchbehandlung unter Be-
rücksichtigung der Einteilung nach Niels Lauge-
Hansen. Diss. Basel 1964
- 64) Henkel, H.: Statistik einer Sicherheitsbindung.
Sportarzt 1965, 135
- 65) Henn, R.H.E. u. Spann, W.: Untersuchungen über die
Häufigkeit der cerebralen Fettembolie nach Trauma
mit verschieden langer Überlebenszeit.
Mschr. Unfallhk. 68, (1965), 513
- 66) Hentschel, M.: Über Ski-Unfallverhütung durch Sicher-
heitsbindungen. Sportärztl. Praxis 1 (1958), 163
- 67) Herzog, K.: Fehler, Gefahren und Vorteile der ge-
schlossenen Osteosynthese der Tibia mit dem dicken
Marknagel. Verh. dtsh. Orthop. Ges. 46, (1958), 446
- 68) Herzog, Kt.: Die Technik der geschlossenen Markna-
gelung des Oberschenkels mit dem Rohrschlitznagel.
Chirurg 31, (1960), 465
- 69) Herzog, Kt.: Zum Begriff der stabilen Osteosynthese.
Arch. Orthop. Unfallchir. 55, (1963), 63
- 70) Hipp, E.: Hüftgelenksverletzungen. In: Skitraumato-
logie von E. Hipp 1967
- 71) Hipp, E.: Fußverletzungen. Siehe 70.!
- 72) Hoelzmann, U.: Skiunfälle. Ein statistischer Überblick
über alle Skiverletzungen, die von 1949-56 an der
Chirurgischen Universitätsklinik Freiburg/Br. behan-
delt wurden. Diss. Freiburg 1958
- 73) Holdworth, F.W.: Die konservative Behandlung der
Schaftfrakturen von Tibia und Fibula.
Schweiz. Med. Wschr. 93, (1963), 272
- 74) Iliescu, V., Bacin, Cl., Brazdis, A.: Über Knochenbrü-
che beim Skisport. Sportarzt 1965, 294
- 75) Jahna, H. u. Scharitzer, E.: Operative oder konserva-
tive Unterschenkelbruchbehandlung? Verh. dtsh.
Orthop. Ges. 46, (1958), 484

- 76) Jakob, F.: Die wichtigsten Skiverletzungen. Therapie und Prophylaxe. Fortschr. d. Medizin 82, 11(1964)
- 77) Johner, Th.: Der Oberschuhrand-Querbruch, eine neue typische Form der Unterschenkelfraktur des modernen Skifahrers. Schweiz. Med. Wschr. 93, (1963), 374
- 78) Jonas: Bimalleolarfrakturen mit Absprengung des hinteren Kantendreiecks. Diss. Zürich 1954
- 79) Kadolsky, A.: Die Luxationsfrakturen des Oberen Sprunggelenks. Einfluß von Richtung und Ausmaß der Verschiebung auf die Reposition. Mschr. Unfallhk. 68, (1965), 385
- 80) Karnbaum, S.: Behandlungsergebnisse bei 2856 kompletten Unterschenkelchaftfrakturen. Mschr. Unfallhk. Leipzig 67, (1964), 501
- 81) Keil, H.R.: Behandlung und Behandlungsergebnisse von 629 frischen, geschlossenen Unterschenkelchaftbrüchen. Mschr. Unfallhk. 63, (1960), 404
- 82) Keil, H.R.: Betrachtungen über Entstehung, Behandlung und Ergebnisse bei 54 nachuntersuchten Pseudarthrosen des Schienbeinschaftes. Mschr. Unfallhk. 71, (1968), 143
- 83) Kerekes, L., Jukász, V., Léder, J.: Die Osteosynthese frischer Frakturen des tibialen Knöchels und des Volkmann'schen Dreiecks mit konserviertem Knochenspan. Mschr. Unfallhk. 66, (1963), 451
- 84) Kessler, G.: Beitrag zur Frage der Operativen Behandlung geschlossener Unterschenkeltorsionsbrüche mit der Drahtringnaht. Diss. Basel 1952
- 85) Kett, K., Aichner, H. u. Wessely, E.: Der Einfluß der Reposition des Malleolus lateralis bei der Behandlung bimalleolärer Knöchelbrüche. Mschr. Unfallhk. 68, (1965), 82
- 86) Klose, H. u. Janik, B.: Frakturen und Luxationen. Berlin 1953
- 87) Kluge, H.: Differentialdiagnose und Behandlung der Skisportverletzungen des Kniegelenks. Diss. München 1951
- 88) Knobloch, J. u. Mach, F.: Unsere Erfahrungen mit der konservativen Behandlung der Trimalleolarfrakturen. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 87

- 89)Knoflach,I.G.: Verletzungen beim Skisport und ihre Ursachen. Dtsch.Zeitschr. f. Chir. 241,(1933),,246
- 90)Knoll,W.: Sportschäden und Sportverletzungen. In: Arnold,A. u. Knoll,W. '- Normale und pathologische Physiologie der Leibesübungen. Leipzig 1933
- 91)Knoll,W.:Knochenverletzungen beim Skischwung. Sportarzt 1956, 19
- 92)Kober,E.: Der primäre Doppeldraht-Transfixationsverband bei Unterschenkel-schaftbrüchen nach Skiunfällen. 4. Kongr. Skitraumatologie
- 93)Koch,F.: Ergebnisse der Arthrodesen des Oberen Sprunggelenks. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 148
- 94)Koch,H. , Neurath,F. , Schlosser,V.: Experimentelle Untersuchungen zur Entstehung von Pseudarthrosen und Spontanfrakturen im Cerclagenbereich. Hefte Unfallhk. 70, (1967), 74
- 95)Koch,W.: Zur operativen Behandlung von Malleolar-Luxationsfrakturen. Mschr. Unfallhk. 71, 347 (1968)
- 96)König,E.: Die Entstehungsbereitschaft von Wintersportschäden aus der Sicht des Internisten. Sportarzt,12, 1961 (S.365
- 97)König,P.: Die Behandlung der Malleolarpseudarthrose nach Sportverletzungen. Sportarzt 1956, 273
- 98)Kraus,H.: Prevention and Treatment of Ski Injuries. Journal of the Am. Med. Ass. 169 ,(1959),1414
- 99)Krösl,W.: Ergebnisse der Marknagelung bei 65 geschlossenen und 45 offenen Brüchen des Unterschenkels. Mschr, Unfallhk. 54, 181
- 100)Kroupa,J. ,Kirschner,R. u. Ostrčil,F.: Konservative Behandlung der frischen, geschlossenen Knöchelbrüche und ihre Ergebnisse. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 15
- 101)Küntscher,G.: Die Marknagelung der supracondylären Femurfraktur. Mschr. Unfallhk. 57, (1954),135
- 102)Küntscher,G.: Die Hypertrophie des Knochens. Brun's Beitr. klin. Chir. 207,(1963),377
- 103)Küntscher,G.: Primäre Knochenheilung. Langenbecks Arch. klin. Chir. 308, (1964), 452

- 104)Küntscher,G.: Ursachen der Mißerfolge bei der pseud-
arthrosenbehandlung mittels Spanverpflanzung.
Hefte Unfallhk. 78,(1964), 134
- 105)Küntscher,G.: Die Behandlung der Unterschenkeldreh-
brüche. Hefte Unfallhk. Berlin 78, (1964),268
- 106)Küntscher,G.: Die Beseitigung des Drehfehlers nach
Knochenbrüchen. Mschr. Unfallhk. 68, (1965),166
- 107)Küntscher,G.: Die Behandlung des Trümmerbruchs .
Hefte Unfallhk. 1966, 170
- 108)Küntscher,G. u. Maatz,R.: Technik der Marknagelung.
Thieme-V. Leipzig 1945
- 109)Kukla,D.: Zur konservativen Behandlung frischer
Verrenkungsbrüche des Oberen Sprunggelenks.
Sportarzt 1963, 50
- 110)Kunath,W.: Skisportverletzungen der Sprunggelenke.
Diss. München 1967
- 111)Kuss,B. u. Felder,K.: Spätergebnisse der Behand-
lung von Schienbeinpoßfrakturen. Mschr. Unfallhk.
68, (1965), 348
- 112)Lauge-Hansen,N.:Knöchelbrüche und Bandverletzungen
des Fußgelenks und Fußes. 1. Mitteil.:Zbl. Chir.
88, 528 (1963); 2.Mitteil.:zbl. Chir. 88,545 (1963)
- 113)Lechner,F.: Die konservative Behandlung der dista-
len intraarticulären Stauchungsfrakturen der Tibia.
Kongr. Ber. Skitraumatologie Garmisch 1970 (s. 9.!) ,S.85
- 114)Lechner,F. ,Bernett,P. u. Hipp,E.: UNterschenkel-
verletzungen. In:Skitraumatologie von E.Hipp 1967
- 115)Lechner,F. u. Thiemel,G.: Verletzungen des Oberen
Sprunggelenks . In:siehe 114.!
- 116)Lehfuß,H.: Außenknöchelfrakturen mit Lateralverschie-
bung des Talus. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 49
- 117)Lempp,H.: Butazolidin zur Prophylaxe des Sudek-
Syndroms. Mschr. Unfallhk. 66,(1963), 281
- 118)Letic,S. u. Tesenji,B.: Unsere Erfahrungen in der
Behandlung der frischen geschlossenen Knöchelbrü-
che mit Verschiebung. Hefte Unfallhk. 92, (1966),22
- 119)Maatz,R, u. Reich, H.: Über den Verlauf der Kno-
cheninfektion und Regeneration nach Marknagelung

- 119)geschlossener und offener Schaftbrüche sowie Osteotomien. Brun's Beitr. Klin. Chir. 174 (1943), 358
- 120)Marberger, H.: Die Skiunfälle und deren Behandlung. Die Medizinische 4(1952), 110 u. 5, (1952), 146
- 121)Marberger, H.: Moderner Skilauf und Verletzung. Sportarzt 1956, 191
- 122)Marwege, H.: Ein Beitrag zur Versorgung großer Spaltbrüche des Schienbeinkopfes. Mschr. Unfallhk. 63, (1960), 65
- 123)Matter, P., Hell, K., Meyer, R. u. Zumstein, B.: Die Einstellung der Sicherheitsbindungen bei Frakturpatienten. Kongr. Ber. Skitraumatologie Garmisch 1970, 37 (siehe 9.!)
- 124)Maurer, G.: Typische Skiunfälle und Sicherheitsbindung. Hefte Unfallhk. 94, (1968), 89
- 125)Maurer, G. u. Lechner, F.: Konservative und operative Behandlungsmöglichkeiten bei Stauchungsbrüchen des distalen Unterschenkels. Mschr. Unfallhk. 68, (1965), 207
- 126)Mayer, A.: Menstruationspsyche und Unfall. Mschr. unfallhk. 1962, 337
- 127)Mc Intyre, J. M.: Skiing Injuries. Canad. Med. Ass. J. 88, (1963), 602
- 128)Mehl, E.: Grundriß der Weltgeschichte des Schifahrens. Karl Hofmann-V., Schorndorf b. Stuttgart 1964 in der Reihe: Beitr. zur Lehre u. Forschung der Leibeserziehung
- 129)Merle D'Aubigne, P. et Postel, M.: Considérations sur le choix de traitement des fractures de jambe de Ski. La Revue du Practicien 11(1961), 3273
- 130)Mock, O.: 12 Jahre Skiarzt über 1 000 Meter. Thieme-V. Leipzig 1936
- 131)Monticelli, G. u. Monteleone, M.: Knöchelbrüche mit Verschiebung, frisch offen. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 56
- 132)Moritz, J. R.: Ski Injuries. Am. J. of Surgery 98, (1959), 493

- 133)Müller,K.H.: Diegedeckte Marknagelung des Unterschen-
kels. Arch. Orthop. Unfallchir. 55,(1963),58
- 134)Müller,M.E.: Zur Frage der primären Frakturheilung
nach Osteosynthesen. Dtsch. Med. Wschr. 90,(1965),2366
- 135)Müller,M.E., Allgöwer,M., Willenegger,H.: Technik
der operativen Frakturbehandlung. Springer-V. 1963
- 136)Müller,P.: Beitrag zur Frage der operativen Behand-
lung geschlossener Unterschenkelfrakturen.
Diss. Bern 1959
- 137)Müller-Limmroth,W.: Winterspoerausrüstung und Win-
tersportbekleidung. In: Skitraumatologie von E. Hipp
1967
- 138)Nigst,H.: Über Malleolarfrakturen- Pronations-~~Hor-~~
~~d~~alflexionsfrakturen - Bedeutung des hⁿiteren Volk-
mann'schen Dreiecks. Pseudarthrosen des Malleolus
tibialis. Mschr. Unfallhk. 64,(1961); 350
- 139)Neureuther,G.: Skiunfälle 1962. Münchner Med. Wschr.
105, 690 (1963)
- 140)Pachl,G.: Skisportverletzungen bei Kindern und Ju-
gendlichen. Diss. München 1964
- 141)Petitpierre,M.: Die Wintersportverletzungen.
Enke-V. Stuttgart 1939
- 142)Peytrignet,A.: Über den Mechanismus der Unterschen-
kelfraktur bei Skisportunfällen. Diss. Bern 1963
- 143)Pfaehler,E.: Zur Behandlung von Tibiak~~pp~~fbrüchen
auf Grund von 179 Fällen aus dem Krankengut der
SUVA 1950-~~54~~. Zeitschr. f. Unfallmed. Zürich
57,(1964),325
- 144)Plaue,R.: Zur Behandlung der Innenknöchelpseudar-
throse. Mschr. Unfallhk. 70,(1967), 172
- 145)Poigenfürst,J.: Schienbeinschaftbruch und gleich-
seitige Syndesmosensprengung. Mschr. Unfallhk.
1969, S. 402
- 146)Profitos,J.: Indikation, Verwendung und Technik der
Knochenknorpelplastik am Kniegelenk und die Ergeb-
nisse aus 10 Jahren. Mschr. Unfallhk. 67,(1964),52
- 147)Rau,H. et El Sigai,A.: Konservative oder chirur-
gische Behandlung der Fraktur des Volkmann'schen
Dreiecks? Hefte Unfallhk. 94, (1968), 183

- 148)Rehm,J. u. Keding,D.: Die Behandlung von Frakturen langer Röhrenknochen mit dem Marknagel nach Küntscher. Arch. Orthop. Unfallchir. 55,(1963),82
- 149)Rehn,J. u. Schramm,W.: Die Behandlung von Schienbeinfalschgelenkbildungen durch Synostosenbildung zwischen Schien- und Wadenbein. Mschr. Unfallhk. 69,(1966), 530
- 150)Rigo,J. u. Gaal,J.: Knöchelbruchbehandlung durch Diafixation. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 39
- 151)Rigos,F.J. and Gross,K.E.: Northwest Med. 56, 1315-1317, Nov. 1957
- 152)Riniker,P.: Pathologie der Frakturheilung. Zeitschr. f. Unfallmed. Zürich 57, (1964), 211
- 153)Röding,H.: Der gegenwärtige Stand der Fettembolieforschung. Therapeutische Konsequenzen. Mschr. Unfallhk. 70,(1967),141
- 154)Rüedi,Th. , Burri,C. , Matter,P. u. Allgöwer,M.: Operationstaktik bei Frakturen des Pilon tibial. Kongr. Ber. Skitraumatologie Garmisch 1970, 87 (siehe 9.!)
- 155)Rüedi,Th. , Burri,C. , Mattner,P. u. Allgöwer,M.: Spätresultate nach Pilon -Tibialfrakturen. Kongr. Ber. Skitraumatol. Garmisch 1970, 114 (siehe 9.!)
- 156)Ruf,P.: Zur Behandlung der Schienbeinkopfbrüche. Mschr. Unfallhk. 69,(1966),74
- 157)Salem,G. u. Schürer-Waldheim,H.: Ergebnisse und Erfahrungen bei 302 Küntscher-Marknagelungen bei Oberschenkelfrakturen. Langenb. Arch. Klin. Chir. 299, 549 (1962)
- 158)Salomon,J.: Frakturen und Distorsionen beim Skilauf. Diss. München 1967
- 159)Schenk,R. u. Willenegger,H.: Zur Histologie der primären Knochenheilung. Langenb. Arch. klin. Chir. 308, (1964), 440
- 160)Scheuba,G.: Die Indikation zur Osteosynthese bei Knöchelfrakturen. Hefte Unfallhk. 92,(1966),37

- 161) Scheuba, G.: Osteosynthese perthrochanterer Oberschenkelfrakturen. Mschr. Unfallhk. 69, (1966), 469
- 162) Scheuba, G.: Die Osteosynthese subtrochanterer Oberschenkelfrakturen. Mschr. Unfallhk. 69, (1966), 563
- 163) Schlosser, V.: Beitrag zur operativen Behandlung per- und subtrochanterer Oberschenkelfrakturen. Mschr. Unfallhk. 69, (1966), 478
- 164) Schlosser, V.: Traumatologie. Kurzgefaßter Ratgeber für Studierende und Ärzte. Thieme-V. Stuttg. 1968
- 165) Schneider, R.: Die Marknagelung der Tibia. Helv. chir. Acta 28, 207 (1961)
- 166) Schönbauer, H.R.: Statistik der Skiverletzungen. Zeitschr. f. Orthopädie 93, 25 (1960)
- 167) Scholze, H. u. Krüger, P.: Unsere Erfahrungen bei der operativen Behandlung der distalen intraartikulären Tibiafrakturen. Kongr. Ber. Skitraumatologie Garmisch 1970, 106 (siehe 9.!)
- 168) Schwier, V.: Percutane Osteosynthese bei Abbrüchen des Volkmann- Dreiecks. Mschr. Unfallhk. 68, (1965), 136
- 169) Schwier, V.: Knöchelbrüche mit hinterem oder vorderem Schienbeinkeil. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 86
- 170) Segmüller, G., Corrodi, E. u. Kessler, G.: Ergebnisse der Tibiaosteosynthesen an 3 geschlossenen Serien von insgesamt 462 Fällen. Zeitschr. f. Unfallmed. Zürich 57, (1964), 252
- 171) Spier, W.H.: Frakturen des proximalen Oberschenkels. Mschr. Unfallhk. 69, (1966), 482
- 172) Struppeler: Malleolar-Subluxationsfrakturen mit Abbrüchen der vorderen unteren Schienbeinkante als typische Verletzung bei Kabelbindung mit Tiefzughaken. Kongr. Ber. 4. Kongr. Skitraumatologie
- 173) Suckert, R.: Typische Wintersportverletzungen. Sportarzt 1961, 4
- 174) Suckert, R.: Die Kombinationsverletzung Malleolarfraktur mit Achillessehnenriß, eine typische Ski-verletzung. Sportarzt 1963, 118
- 175) Suckert, R.: Die isolierte Tibiafraktur bei Kindern und Jugendlichen - Entstehung und Verhütung. Kongr. Ber. Skitraumatol. Garmisch 1970, 134 (s. 9.!)

- 176)Terbizian,A.: Statistische Analyse der Skiverletzungen. Mschr. Unfallhk. 69, (1966), 337
- 177)Traumatologie des Sports , erarbeitet von einem Sportärztekollektiv. Berlin1954
- 178)Trojan,E. u. Jahna,H.: Behandlung und Nachuntersuchungsergebnisse von Knöchelbrüchen mit vorderem Schienbeinkeil. Mschr. Unfallhk. 92 ,(1966),79
- 179)Truchet,P.: La Sécurité à Ski. La revue du praticien 11,(1961), 3357
- 180)Truchet,P.: Nature et Fréquence des Accidents de Ski. La revue du praticien 11,(1961), 3259
- 181)Truchet,P.: Sécurité de la Descente à Ski. Rôle des Fixations de Sécurité . 4.Kongr. Skitraumatol. Garmisch 1960 (siehe auch 9.!))
- 182)Tscherne,H.: Zur Problematik der Skiunfälle. Sportarzt und Sportmed. 18, (1967), 136
- 183)Tscherne,H.u. Szyszkowitz,R.: Mehrfragmentbrüche des Femurschaftes. Mschr. Unfallhk. 71,103 (1968)
- 184)Tusiewicz,Zb.: Die Skiunfälle im Gebirge Polens. Sportarzt 1960, 16
- 185)Vogel,A.: Über die auf das Bein des Skifahrers einwirkenden Kräfte und andere physikalisch-technische Probleme im Hinblick auf die Prophylaxe typischer Skiverletzungen. Kongr. Ber. 9. Kongr. Skitraumatologie, Garmisch 1970 (siehe 9.!))
- 186)Wahl,D.H.: Die Behandlung der pertrochanteren Femurfraktur mit dem Rundnagel nach Lezius-Herzer. Mschr. Unfallhk. 70,177,(1967)
- 187)Wanke, Maatz, Junge, Lentz: Knochenbrüche und Verrenkungen. 1967 München - Wien - Berlin
- 188)Weber,B.G.: Die Verletzungen des Oberen Sprunggelenks. Huber-V.,Bern u. Stuttgart 1966
- 189)Weber,B.G.: Die operative Behandlung der Knöchelbrüche. Hefte Unfallhk. 92, (1966), 25
- 190)Wehner,W. u. Morgenstern,C.: Über die Möglichkeit der Erkennung der cerebralen FetteMBOLIE mittels EEG. Mschr, Unfallhk. 69 (1966),13
- 191)Weller,S.: Über eine neue Art zur Festigung der Malleolengabel nach Ruptur des tibiofibularen Bandappa-

rates. Mschr. Unfallhk. 61,(1958), 339

192)Weller,S. , Dost,K. u. Brück,E.: Thromboembolische Komplikationen nach Frakturen.

Mschr. Unfallhk. 69,(1966),417

193)Weller,S. u. Valic,Z.: Die supramalleoläre Tibiafraktur bei Kindern und Jugendlichen.

Mschr. Unfallhk. 71, 201(1968)

194)Wieser,C.: Die primäre Knochenbruchheilung und ihre Störung im Röntgenbild. Langenb. Arch. klin. Chir. 308 (1964),434

195)Willenegger,H.: Die Behandlung der Luxationsfrakturen des Oberen Sprunggelenks nach biomechanischen Gesichtspunkten. Helv. chir. Acta 28,225 (1961)

196)Willenegger,H.: Behandlung von Infektionen des Oberen Sprunggelenks nach offenen Brüchen und nach operativer Behandlung geschlossener Brüche.

Hefte Unfallhk. 92, (1966), 71

197)Zrubecky,G.: Behandlung und Ergebnisse von 461 frischen offenen Unterschenkelschaftbrüchen.

Hefte Unfallhk. 54, (1957), 93

Verzeichnis der Abbildungen:

Abb. 1-3 wurden nach Mehl nachgezeichnet, Abb. 5 nach Asang

Herrn Professor Dr. A. Meyer danke ich für die
freundliche Überlassung des Themas und die Unter-
stützung bei der Arbeit

LEBENS LAUF

Am 30. 1. 1947 wurde ich in Urbach/ Württemberg als drittes Kind des kaufmännischen Angestellten Paul Eberhardt und seiner Ehefrau Ella geboren.

1949 übersiedelte die Familie nach Hof/ Bayern, wo ich von 1953-1958 die Neustätter Schule und die Städtische Mädchenoberschule besuchte.

1958 erfolgte ein Umzug nach Metzingen/ Württemberg. Dort besuchte ich den neusprachlichen Zug des Gymnasiums Metzingen bis zum Abitur im März 1966.

Im Sommersemester 1966 begann ich in Tübingen mit dem Studium der Medizin (Vorphysikum im April 1967).

Vom Wintersemester 1967/68 bis 1968/69 studierte ich in Marburg (Physikum Herbst 1968).

Anschließend setzte ich mein Studium an der Ludwig-Maximilians-Universität München fort und legte das Staatsexamen im Februar 1972 ab.

Vom 1. 6. - 1. 10. 1972 arbeitete ich als Medizinalassistentin auf einer Internen Station des Kreiskrankenhauses München-Perlach.

Am 1. 10. 1972 übersiedelte ich nach Darmstadt, wo ich die übrige Medizinalassistentenzeit im Marienhospital Darmstadt (Vorwiegend Gynäkologie und Geburtshilfe, vom 1. 10. 1972 - 1. 2. 1973) und in den Städtischen Kliniken Darmstadt (Chirurgie, vom 1. 3. - 1. 7. 1973) absolvierte.

Am 17. 7. 1973 erhielt ich die Approbation als Ärztin und seit dem 1. 10. 1973 bin ich als Assistenzärztin in der Inneren Abteilung des Kreiskrankenhauses in Groß-Umstadt tätig.

